

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Александар Д. Стојићевић

**Процес одржавања булдозера за ископ
земљаног материјала на површинским
коповима**

завршни рад

Крагујевац, 2014.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Основи одржавања

Број индекса: 734/2013

Александар Д. Стојићевић

**Процес одржавања булдозера за ископ
земљаног материјала на површинским
коповима**

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Петар Тодоровић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру завршног рада задатак студента је да сагледа и опише начин организације процеса одржавања булдозера за ископ земљаног материјала на површинским коповима. Добијене информације треба да упореди са препорукама из литературе и дефинише мере за унапређење тренутног система одржавања.

Препоручена литература:

- [1] П. Тодоровић, Б. Јеремић, И. Мачужић, Техничка дијагностика, Машински факултет у Крагујевцу, ISBN:978-86-86663-44-3, Крагујевац, 2009.
- [2] Бранислав Јеремић, Теротехнологија, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 1992.
- [3] др Новица Грујић, др Добривоје Јовановић, Примена хидраулике - функционалност и одржавање, Пожаревац 2002

Крагујевац, датум

ментор:

др Петар Тодоровић, ванр. проф.

Резиме

Током израде овог завршног рада, бавио сам се основним деловима и применом булдозера у индустријским условима, техничким карактеристикама булдозера, отказима и њиховим узроцима, процесом одржавања булдозера, одржавањем и ремонтом главних компоненти система погона, обавезним тестирањима приликом ремонта. Као главна тема која се издваја генерални ремонт система погона булдозера и његово одржавање. Врши се провера сваког дела понаособ, испитивање, замена или ремонт делова, отклањање неисправности и довођење система погона булдозера у поновни рад.

Кључне речи: *Одржавање, булдозер, ремонт*

Abstract

During the preparation of the final paper I have dealt with the basic parts and use the bulldozers, the technical characteristics of the bulldozer, failures and their causes, the process of maintaining a bulldozer, maintenance and repair of main components of the system drive, mandatory testings during overhaul. As the main theme of which is allocated overhaul the system drive bulldozers and maintain it. Every part is checked on the person, testing, replacing or repairing, defects are eliminated and bringing the bulldozer into operation mode again.

Keywords: *maintenance, bulldozer, repair*

САДРЖАЈ

1. Увод.....	6
2. Основни делови и примена булдозера.....	7
2.1 Принцип рада и подела булдозера.....	8
3. Техничке карактеристике булдозера.....	14
3.1 Систем за хлађење	14
3.2 Електрични систем	15
3.3 Ходни строј	15
3.4 Хидраулични систем.....	16
3.5 Мотор.....	17
3.6 Систем погона машине.....	17
3.6.1 Главне компоненте склопа система за кретање	19
4. Откази и њихови узроци	22
5. Процес одржавања булдозера.....	24
5.1 Временска стања система	25
5.2 Ремонт булдозера	27
6. Одржавање и ремонт главних компоненти система погона.....	29
6.1 Одржавање и ремонт торк конвертора	29
6.2 Одржавање и ремонт редуктора	31
6.3 Одржавање и ремонт механизма за управљање	32
6.4 Одржавање и ремонт бочног редуктора	32
7. Обавезна тестирања приликом ремонта.....	35
7.1 Тестирање притиска уља у редуктору и торк конвертору.....	35
7.2 Провера рада торк конвертора	37
7.3 Провера рада пакета ламела у механизму за управљање машине.....	38
7.4 Провера притиска уља у систему за управљање машине	39
7.5 Провера рада система управљања машине	43
7.6 Дијагностички тест редуктора	43
7.7 Провера цурења уља у систему управљања	45
7.8 Провера аутоматског кочења у систему погона машине	46
8. Закључак	48
Литература	49

1. Увод

У овом раду бавићемо се одржавањем булдозера, применом превентивног и корективног одржавања, као и према планирању посла. Током рада биће приказани булдозери који се примењују у индустријско експлоатационим условима, које су њихове карактеристике, принцип рада, као и предности и мане.

Булдозери су машине којима се обавља ископ и премештање земљаног материјала гурањем. То гурање је радни циклус булдозера који се састоји од кретања напред и назад, односно од радног и повратног хода. У радном ходу, нож булдозера се спушта и утискује у тло до потребне дубине. Покретањем саме машине према напред, испред ножа булдозера струже се слој материјала и на тај начин обавља његов ископ.

Одржавање булдозера се кроз програм сталног истраживања и развоја константно прати како би се побољшао рад машине, процедуре рада, карактеристике ради унапређења рада машине.

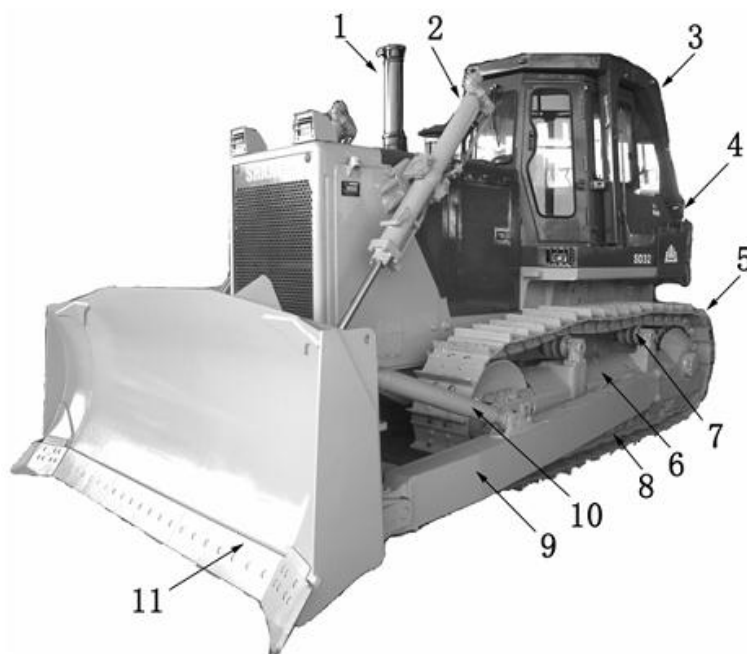
Како би се продужио радни век неке машине, у овом случају булдозера, потребно је применити сво стечено инжењерско знање из области одржавања. За овакву машину типично је превентивно одржавање (планско и према стању). У овом раду ставиће се више акцента на систем за погон машине који се састоји од торк конвектора, редуктора, механизма за управљање и бочног редуктора. Проучиће се како да се превентивним одржавањем овај систем одржи што дуже у раду а корективним одржавањем како поправити систем и вратити га у погон.

2. Основни делови и примена булдозера

Булдозери опште намене се користе за слојно резање, формирање вучне призме и транспорт откопаног материјала, а специјални булдозери за обављање специфичних технолошких операција или рада у специјалним условима [5].

Главни опсег рада и примена булдозера обухвата:

- транспорт материјала на краћим релацијама;
- копање и гомилање материјала;
- профилисање и рашчишћавање терена и
- друге радње ножем, рипером, потезницом и радном опремом.



Слика 1. Главни делови булдозера

Табела 1- Подела главних делова булдозера (слика 1)

Редни број	Назив	Редни број	Назив
1.	Цев ауспуха са пригушивачем	6.	Погонски точак
2.	Цилиндар за подизање ножа	7.	Носач ролне
3.	Кабина	8.	Носачи штитник ваљка
4.	Резервоар	9.	Тилт
5.	Гусенице	10.	Нож

2.1 Принцип рада и подела булдозера

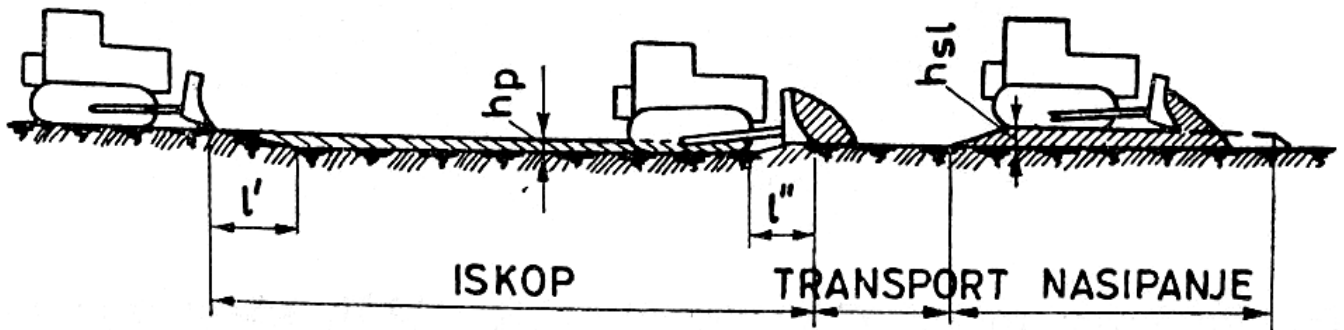
Радни циклус булдозера се састоји од кретања напред и назад, тј. од радног и повратног хода. У радном ходу, нож булдозера се спушта и утискује у тло до потребне дубине. Покретањем саме машине према напред, испред дозерског ножа струже (реже) се слој материјала и на тај начин обавља његов ископ. Одвојени материјал скупља се испред ножа формирајући вучну призму (слика 3) [11]. Када та призма дође до висине горњег руба ножа, подизањем ножа до висине терена прекида се даље копање (ископ се обично завршава на дужини до 10 m) и булдозер даље обавља само гурање (транспорт) ископаног материјала до места истовара или насипања. Процеси који су претходно описани, ископ, транспорт и насипање приказани су на слици 2 [9]. По завршеном истовару машина се са подигнутим ножем враћа уназад у почетни положај за ископ (повратни ход), те започиње следећи радни циклус. Просечне брзине кретања булдозера при ископу (резању) крећу се од 2 до 4 км/сат, при транспорту (гурању) материјала од 6 до 12 км/сат, а у повратном ходу брзине су веће у сврху скраћења радног циклуса. Брзине кретања булдозера на точковима са гумама су до 43 км/сат. Код већих транспортних удаљености, ход булдозера је само према напред. Дубине засецања (резања) материјала крећу се од 0,1 до 0,5 m, зависно од његове компактности и чврстоћи.

Гурање (транспортивање) материјала булдозерима економично је само на кратке удаљености (за булдозере на гусеницама оптималне транспортне удаљености се крећу од 30 до 60 m, а не препоручују се веће од 100 m; оптималне удаљености за булдозере на точковима са гумама су од 40 до 150 m). Очигледно, што је дужи транспортни пут, већа су расипања материјала. Да би се смањили такви губици материјала, булдозер редовно ради у плићем усеку, а чест је и тзв. "тандем" начин рада, где се два булдозера крећу паралелно један до другог, чиме се остварује већа ширина јарка и већа количина захваћеног материјала.

Код булдозера увек ради или само рипер или нож булдозера. Ако се рипер не скида, а ради нож тада се зуби рипера обавезно подижу путем хидрауличних цилиндара. Зуби рипера се у материјал потискују деловањем властите тежине, тежине булдозера и силе потиска хидрауличних цилиндара. Ради повећања учинка, рипер може имати дограђен допунски склоп помоћу којег зуби рипера делују на материјал и ударањем (вибрирањем). Тврћи материјал је увек препоручљиво претходно разрити рипером, у сврху смањења трошкова. Ријање се обично обавља два пута у једном смеру или једанпут уздужно и други пут попречно. За мање трошење саме машине и рипера, боље је ријати већом дужином и мањом брзином, а не обрнуто [9].

Главне предности булдозера су:

- снажна конструкција која омогућује рад у врло тешким условима (рад у блату, прабини, савладавање теренских препрека и великих нагиба, итд.);
- покретљивост и велике маневарске способности;
- енергетска независност;
- релативно мала набавна цена.



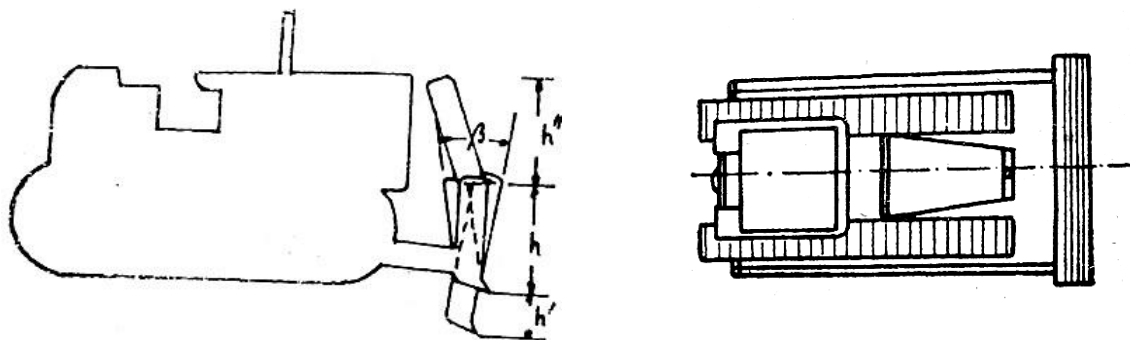
Слика 2. Принципи рада булдозера: ископ, транспорт, насипање (истовар)



Слика 3. Формирање земљане призме испред ножа булдозера

Зависно од могућег положаја ножа и његовог облика, односно од начина примене разликују се: булдозери, англедозери и тилтдозери. Код булдозера је нож окомит на уздужну осу саме машине тј. смер кретања, круто је везан на носећи оквир тако да се заједно с оквиром може помицати само у вертикалном смеру, што значи да се може само подизати и спуштати (слика 4). Булдозер се користи за претходно

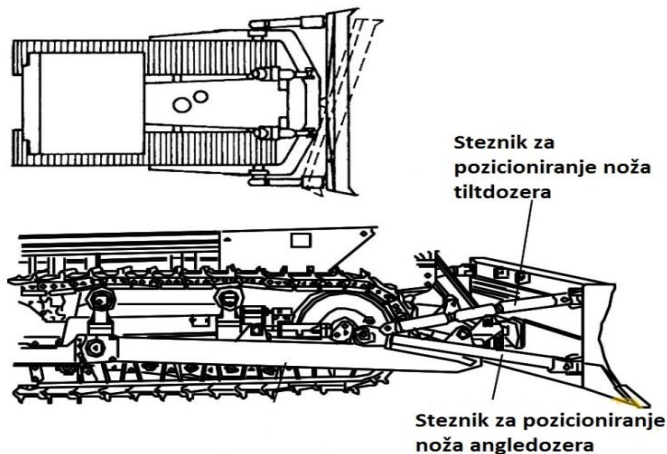
наведене намене (скидање хумуса, ископ, гурање и премештање ископаног материјала, планирање (равнање), рашчишћавање терена, итд.) [9].



Слика 4. Кретање ножа код булдозера

Код англедозера нож се може закретати за одређени пут око своје попречне осе, тј. може бити окомит или закошен у једну или другу страну у односу на смер кретања машине (слика 5) [8]. Коси положај ножа омогућује бочно гурање материјала, па су англедозери поготово прикладни за израду засека, рашчишћавање терена, затрпавање канала, темеља, рупа и сл. [6].

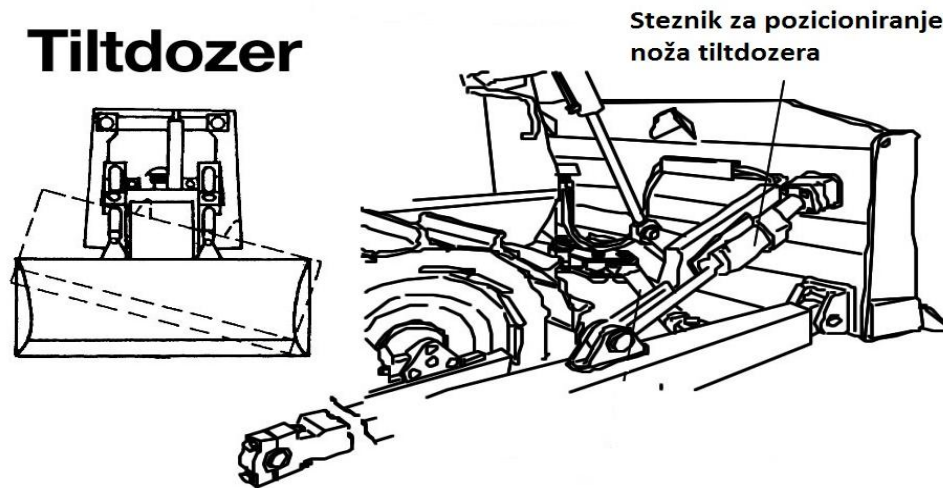
Angledozer



Слика 5. Англедозер

Тилтдозери су машине код којих се нож, осим око своје попречне осе, може за одређени пут закретати и у вертикалној равни (слика 6) [10]. Овај тип булдозера се све више примењује јер може обављати све радове које обављају булдозери и англедозери. Предност им је и што положајем ножа могу створити услове за највећи могући притисак на материјал који се копа, па су погодни и за рад у тврђем материјалу [6].

Tiltadozer



Слика 6. Кретање ножа код тилтдозера

Осим основних наведених врста булдозера, постоје и они за посебне намене: булдозер – за гурање других машина при раду (нпр. скрепера; у ту сврху се на булдозерски нож поставља равна плоча која упире у одбојник на задњем делу скрепера), булдозер– за рад под водом, даљински управљани, нпр. за чишћење и продубљивање дна водотока, итд.

Као и зглобни утоваривачи, такође постоје и зглобни булдозери на точковима са гумама тј. булдозери с возним уређајем у два дела међусобно зглобно повезана. Окретни ломљиви зглоб омогућује зглобно закретање на сваку страну у односу на уздужну осу машина за око 45° , а закретање се остварује помоћу хидрауличних цилиндара смештених са обе стране зглобног споја. Главна предност овог типа булдозера је велика покретљивост и могућност маневрисања.

Према маси и снази погонског мотора, булдозери се деле на :

- мале булдозере: масе до 10 t, снаге до 75 kW;
- средње булдозере: масе од 10 до 20 t, снаге 75 до 150 kW;
- велике булдозере: масе преко 20 t, снаге веће од 150 kW.

Способност булдозера да гура материјал је примарно одређена његовом снагом мотора и масом. Разлика у габаритима булдозера приказана је на слици 7. Теоретска сила гурања се одређује преко масе машина и максималног обртног момента на погонској осовини мотора. Стварна сила ће у пракси зависити од много различитих фактора од којих је најважније стање подлоге по којој се булдозер креће тј. коефицијент трења између подлоге и гусеница, те осим тога и конфигурација околног терена [5].



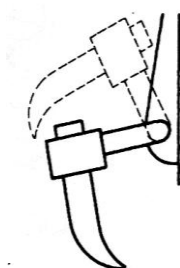
Слика 7. Разлика у габаритима булдозера, горе (мањи), доле (већи)

Рипер је саставни део булдозера, који служи да разрије земљу како би олакшао рад булдозера (слика 8). Број и димензије зуба зависе од тврдоће материјала који се разваљује (рије), дубине ријања, снаге и вучне силе булдозера. Број зуба може бити од 1 до 7, а најчешће је 1 до 3 (нпр. код рипера залеђеног тла поставља се обично 1 зуб. Дубине ријања су, зависно од снаге булдозера и тврдоће ријаног материјала, од 0,2 до 2 m, а обично се крећу од 0,5 до 1m. При томе најмања дубина ријања треба бити за 20 до 30% већа од дебљине слоја који се скида булдозером или другом машином [9].

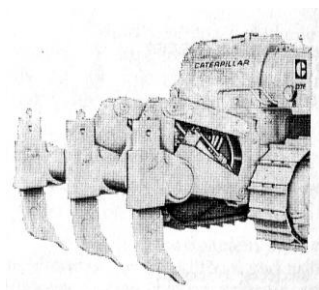
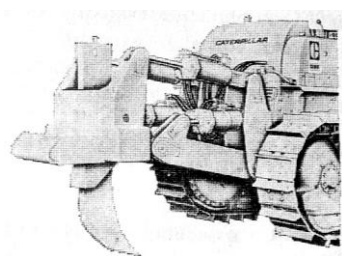
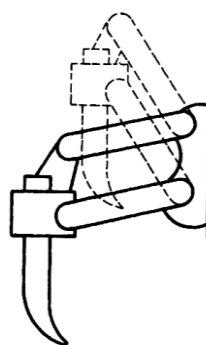


Слика 8. Риперски уређај: раскопавање тврдог тла

(а)



(б)



Слика 9. Основни типови рипера – стожерни (а) и паралелограмски (б)

На слици 9а и 9б се налазе два основна типа ријачког уређаја: стожерни и паралелограмски. Код стожерног је угао продирања зуба у материјал променљив и такав тип се користи за мање дубине ријања и тврдог материјала. Код паралелограмског (четвороугаоног), угао продирања је непроменљив, тј. зуби се спуштају и дижу вертикално и тај тип се примењује за дубоко ријање јер лакше задржава зубе у материјалу [9].

3. Техничке карактеристике булдозера

Технички системи и главни делови машине су веома битни, њихов отказ представља велики проблем за даљи рад машине. Системи и главни делови машине трпе велика оптерећења и загревања која настају у току рада, ти фактори лоше утичу на машину и без редовног праћења и одржавања машина би брзо престала са радом. Критични елементи техничког система са аспекта отказа су:

- Систем за хлађење;
- Електрични систем;
- Ходни строј;
- Хидраулични систем;
- Мотор;
- Систем погона (кретања) машине.

3.1 Систем за хлађење

Систем за хлађење ради под притиском који се контролише испусним вентилом на поклопцу хладњака. Систем за хлађење радиће правилно само када је систем добро заптивен, поклопац хладњака и заптивке су у добром стању, термостати исправно раде, систем увек има довољно расхладне течности, напуњене до прописаног нивоа, као и слободан пролаз ваздуха [3].

Одржавање система и избор расхладне течности су веома важни за дугорочни рад мотора. За одржавање овог система битан је избор расхладне течности за мотор, одржавање инхибитора у течности као и сервисирање система за хлађење. Овај систем ради на бази вода-антифриз мешавине или вода са инхибитором као расхладна течност. Никада се не употребљава само вода, зато што вода доприноси гомилању кречних наслага и доприноси стварању корозије у систему [4].

3.2 Електрични систем

Електрични систем се састоји од електричних инсталација и спојева, аутоматског осигурача за прекид електричног система и акумулатора.

Електрична инсталација се одржава тако што површине испод клема морају бити чисте, и сви електрични спојеви морају бити учвршћени после сваке поправке. Такође, сви држачи кабла морају бити чврсто повезани са кабловима, како би се избегло оштећење кабла услед вибрација. Сви држачи кабла и сви спојеви морају бити добро спојени, учвршћени и мора се пазити да се не дође до оштећења.

Електрични систем заштићен је аутоматским искључивањем (осигурачем који се ресетује). Осигурач се налази са унутрашње стране инструмент табле. У случају кратког споја, осигурач електричног система аутоматски ће искључити или укључити електрични систем, све док се неправилност у раду не одклони. После тога, осигурач се враћа у свој нормалан положај.

Машина је опремљена са два акумулатора од 12 V. Они се налазе у левим блатобранима машине. Приступ акумулаторима је могућ када се одвију три завртња и подигне поклопац. Пуњење акумулатора мора се, искључиво вршити преко утичнице која се налази у склопу мотора са леве стране машине. Иста утичница може се користити за помоћно пуњење, на пример за помоћно стартовање мотора [3].

3.3 Ходни строј

Ходни строј састоји се од једног рама који је врло јаке, тешке челичне конструкције. Рам у свом склопу са сваке стране машине, има седам доњих (основних) ролни и две горње (носеће) ролне. Сваки рам у свом склопу има спиралну опругу, која обезбеђује напињање гусеничног ланца. Овај тип опруге у раму, дозвољава натезном (водећем) точку да неутрализује изненадне, повремене ударе и оптерећења, која могу настати у току рада, а да истовремено задржи затегнут гусенични ланац у току рада. Рамови гусеничног ланца, монтирају се са обе стране машине и служе да се тежина машине пренесе на доње (основне ролне) [2].

Периодично прегледати и проверити радно стање компоненти ходног строја. Проверити гусеничне ланце, ролне, натезне (водеће) токове на прекомерну истрошеност. Предузети одређене мере, уколико су потребне, како би избегли већа оштећења компоненти ходног строја. Једном када се компоненте ходног строја истроше, више од дозвољеног, могућност њихове поправке је изгубљена.

Потребно је очистити блато и стране материјале са компоненти ходног строја како би могао добро да ради. Неправилна затегнутост гусеничног ланца блокирана блатом или другим материјалом и неучвршћене папуче гусеничног ланца, могу довести до оштећења и преране истрошености материјала истих. Приликом постављања новог гусеничног ланца или нових папуча гусеничног ланца, треба проверити силу затезања на свим завртњевима после 10 мото сати рада, и ако је потребно подесити [3].

3.4 Хидраулични систем

Хидраулични систем у свом склопу има хидраулични подсистем за радне елементе машине и за погон вентилатора. Ова два подсистема су међусобно повезана и користе исти резервоар за уље, због ефикаснијег рада система.

За одржавање овог система потребно је проверавати ниво уља на окаценту контролника који се налази са стране резервоара. Додати уље уколико је ниво испод централне линије у окаценту контролника (слика 10). Поред провере уља за одржавање овог система потребна је и замена која се врши плански у ремонту.



Слика 10. Оканце за контролу нивоа уља хидрауличног резервоара

Промена се врши прати следеће кораке:

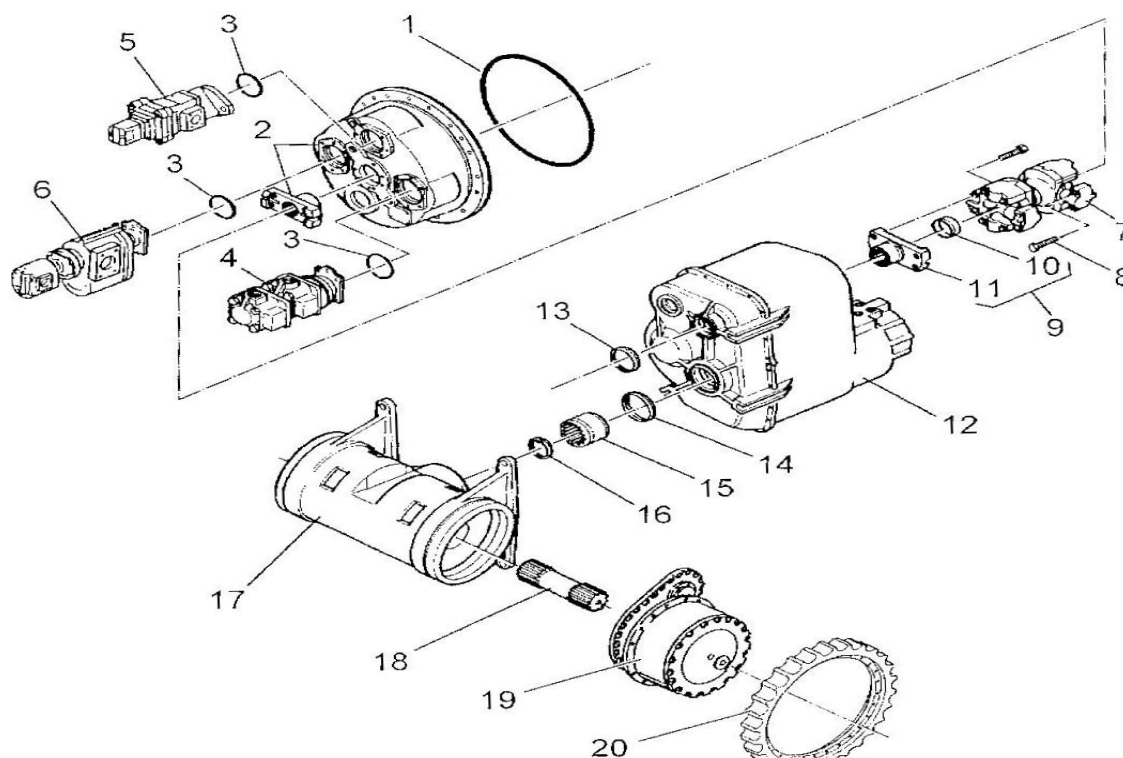
- Стартовати мотор, подићи и спустити нож како би загрејали уље за његово лакше испуштање;
- Паркирати машину на равном терену, спустити нож на тло;
- Зауставити мотор. Поставити командну ручицу у неутрални положај и блокирати погон машине ручицом за блокаду погона. Притиском педале паркинг кочнице, кочница се блокира. Окренути кључ у главном прекидачу електричног система у положај "OFF" и извадити кључ. Полако отворити затварач на отвору резервоара како би ослободили притисак;
- Одвити завртњеве на поклопцу чепа који се налази испод резервоара и одвити чеп, отворити чеп за довод и испуштање уља. Испразнити уље из резервоара у одговарајућу посуду;
- Заменити два повратна филтера уља у систему радних елемената и филтера серво уређаја, као и сервисирати метални филтер у хидрауличном резервоару;
- После замене филтера затворити испусни чеп, напунити резервоар новим уљем, вратити поклопац на отвору резервоара, извршити зрачење и тиме завршити замену уља у хидрауличном систему [3].

3.5 Мотор

Одржавање мотора се одвија провером уља и заменом филтера. Провера уља се врши након што се мотор заустави. За тачно читавање сачекати неколико минута како би се уље слило у картер мотора. Извадити мерач за контролу нивоа уља и добро обрисати. Поново вратити мерач до краја, када се извади проверити ниво уља. Ако је ниво уља на или испод ознаке минимум, потребно је додати уље до ознаке на максимум на мерачу за уље [3]. Пре него што се уље долије веома је важно знати које уље користи мотор. Промена уља и филтера се врши по плану и програму који је предходно плански прописан [4].

3.6 Систем погона машине

Погонска снага мотора се преко зупчаника на замајцу мотора преноси до торк конвертора. Зглобно вратило (кардан) спаја излазну назубљену прирубницу торк конвертора и улазну назубљену прирубницу редуктора. Када је редуктор укључен, обртни момент се са излазног вратила преноси до механизма за управљање, преко двобрзинске хидрауличне спојнице преноси се на излазна назубљена вратила, даље кроз бочне редукторе и сегменте погонских зупчаника на гусеничне ланце са леве и десне стране машине [3].



Слика 11. Шематски приказ погона машине

Табела 2- Делови система погона машине

Редни Број	Назив	Редни број	Назив
1.	Заптивна гумица	11.	Назубљена прирубница
2.	Торк конвертор-хидраулични преносник обртног момента са назубљеном прирубницом	12.	Редуктор
3.	Заптивна гумица	13.	Заптивна гумица
4.	Двосекцијска пумпа за уље у систему погона (кретања) машине	14.	Заптивна гумица
5.	Двосекцијска пумпа за уље радних елемената	15.	Назубљена спојница
6.	Двосекцијска пумпа за управљање и за претакање уља из редуктора	16.	Сигурносни прстен
7.	Зглобно вратило – кардан	17.	Механизам за управљање
8.	Завртањ	18.	Назубљено вратило
9.	Назубљена прирубница	19.	Бочни редуктор
10.	Заптивач	20.	Погонски ланчаник (сегменти)

3.6.1 Главне компоненте склопа система за кретање

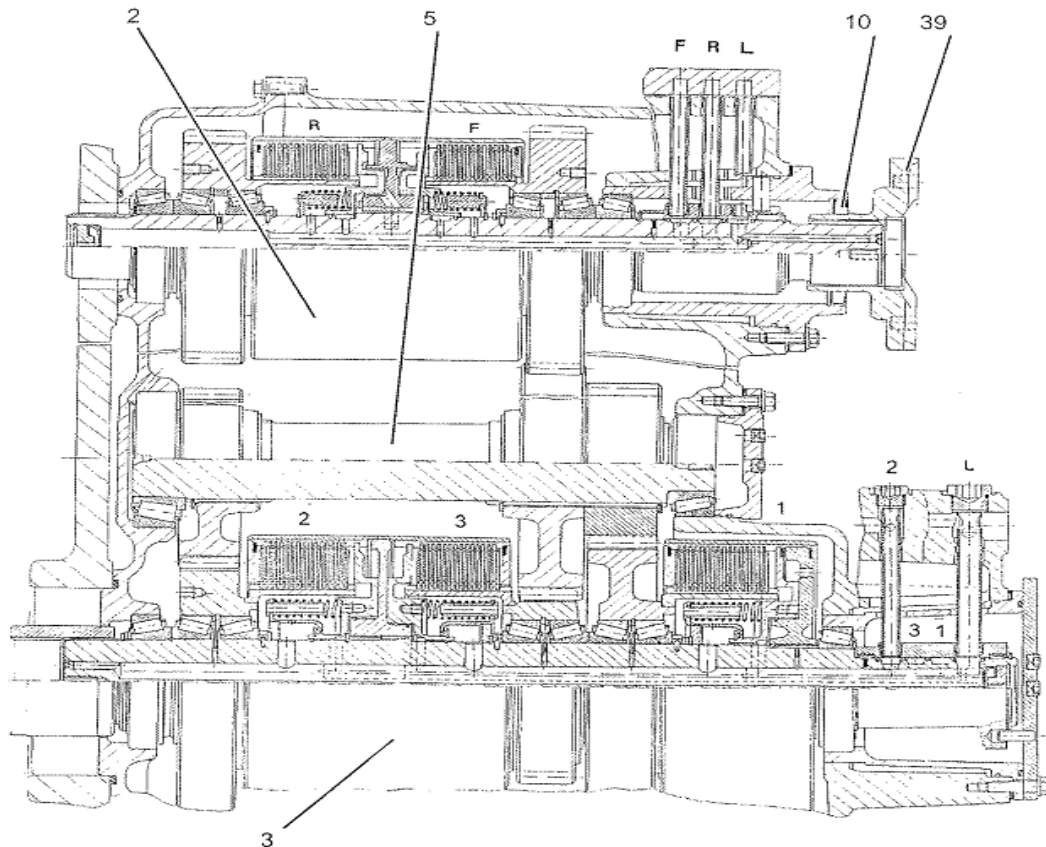
Торк конвертор - хидраулични преносник обртног момента састоји се од једноступеног, једнофазног склопа који у свом склопу има три елемента и погонске зупчанике који покрећу двосекцијску пумпу за уље у систему погона машине, двосекцијску пумпу за управљање и за претакање уља из редуктора и двосекцијску пумпу за уље радних елемената.

Радне елементе чине лопатице (импелер) које се под притиском уља се окрећу, али се при томе не додирују. Главна функција рада торк конвертора (слика 12) је да увећава обртни момент мотора.



Слика 12. Торк конвертор, на мотору, редуктору и лопатице које се налазе у склопу торк конвертора

Редуктор је конструисан тако да омогућава брзу промену брзине кретања под пуним оптерећењем, тако што се хидрауличким путем активирају пакети ламела. Редуктор (слика 13) [3] има три брзине за кретање унапред и три брзине за кретање уназад. Зупчаници су монтирани на четири вратила: улазно вратило (вратило са пакетима ламела за кретање напред-уназад), излазно вратило (вратило са пакетима ламела за кретање за (I), (II) и (III) брзину), вратило са међузупчаницима и вратило са зупчаником за кретање машине уназад.



Слика 13. Попречни пресек склопа редуктора

На слици 13, приказани су основни делови редуктора. Неки од њих су:

- 2 - Вратило са пакетима ламела за првац (улазно вратило);
- 3 - Вратило са пакетима ламела за брзине (излазно вратило);
- 5 - Вратило са међузупчаницима;
- 10 - Заптивни прстен назубљене прирубнице;
- 39 - Назубљена прирубница.

Механизам за управљање је склоп модуларног типа који је постављен у задњем делу главног рама машине, и у чијем склопу су тањирасти и конични зупчаник. Двобрзински механизам за управљање у свом склопу има по један пакет ламела за брзоходно кретање, један пакет ламела за спороходно кретање и за страну машине. Пакети ламела за спороходно кретање и пакети ламела за брзоходно кретање укључују се притиском уља (М-главни притисак), а ослобађају се притиском опруга. Док се пакети ламела кочнице укључују притиском опруга, а ослобађају се притиском уља (М). Унутрашњи планетарни у механизму за управљање врше редукцију броја обртаја излазног назубљеног вратила, када је укључена спороходна брзина кретања. Уколико дође до отказа у хидрауличном систему или када мотор престане са радом, пакети ламела кочнице аутоматски се укључују.



Слика 14. Диференцијал

Бочни редуктор састоји се из комплета погонских зупчаника и склопа зупчаника тркача који су смештени у метално кућиште на обе стране задњег дела машине. Погонски обртни момент преноси се преко излазног назубљеног вратила механизма за управљање у сваки бочни редуктор. Двострука редукција у бочном редуктору врши се помоћу два зупчаника и то је прва редукција, а друга редукција се врши помоћу назубљеног вратила и зупчаника (тркача) у кућишту тркача (планетарац) [3].

4. Откази и њихови узроци

Радни век машина је ограничен, одржавањем машина повећава се радни век машине, међутим отказ машине је увек очекивана појава. Булдозер се састоји од више система који покрећу, омогућују му рад. Један од тих система јесте и систем погона машине који је са аспекта отказа најкритичнији систем булдозера [2]. Код овог система могуће су грешке у раду, најчешће зато што трпи највеће оптерећење, дијагностички најчешћи откази су приказани табеларно:

Табела 3- Откази и његови узроци услед ниског притиска

Отказ	Низак главни притисак уља и низак притисак уља на пакетима ламела у редуктору
Могући узрок	Низак главни притисак
	Индикатор за притисак у отказу
	Неисправан рад командног вентила
Отказ	Низак притисак уља на пакете ламела у редуктору
Могући узрок	Низак притисак уља на пакету ламела за ту брзину или правац кретања

Табела 4- Отказ који настаје услед високе температуре уља у торк конвертору

Отказ	Висока температура уља у торк конвертору
Могући узрок	Сувише дуг рад у ниском опсегу брзине
	Низак ниво уља у задњем делу главног рама
	Контролник за температуру или сензор у отказу
	Запушен хладњак за уље
	Запушен усисни филтер у систему погона машине
	Цурење уља на усисним цревима
	Проблем са редуктором
	Прекомерно претакање уља у торк конвертору
	Запушен или ограничен проток уља у торк конвертору
	У отказу механизам за управљање или пакети ламела кочница у њему
	Двосекцијска пумпа за претакање уља из редуктора у отказу или неисправна
	Систем погона пераја вентилатора у отказу

Табела 5- Отказ који настаје услед губљења погонске снаге под оптерећењем

Отказ	Губљење погонске снаге под оптерећењем
Могући узрок	Низак ниво уља
	Мотор не ради у задатој перформанси
	Низак притисак уља у пакетима ламеле у редуктору
	Ниво уља у редуктору сувише висок
	Проклизавање ламеле у пакетима ламеле у редуктору и/или у пакетима ламела у механизму за управљање
	Прекомерно претакање у торк конвертору

Табела 6- Откази који се јављају у редуктору

Отказ	Машина не може да се убаци у брзину или правац кретања
Могући узрок	Низак главни и/или притисак у пакету ламела за ту брзину
Отказ	Не ради друга и/или трећа брзина
Могући узрок	Електрични или електронски систем не ради добро
Отказ	Споро или неправилно укључивање пакета ламела у редуктору
Могући узрок	Низак притисак уља у редуктору
	Модулациони вентил не ради добро
	Селектор вентил не ради добро
Отказ	Неправилно укључивање пакета ламела у редуктору при промени брзине кретања или при аутоматској редукцији (промени) брзине у редуктору
Могући узрок	Електрични или електронски систем не ради добро

5. Процес одржавања булдозера

Посао планирања је суштински елемент ефикасног управљања одржавањем. Велики број задатака може да се изврши пре почетка процеса одржавања и то на пример, набавка делова, алата и материјала, координација и испорука делова, алата и материјала, идентификација метода и редослед операција, координација са осталим одељењима и давање дозволе за сигуран рад. Иако степен планирања, по потреби, може да се мења у зависности од оспособљености радника и примењених метода на одржавању, досадашња искуства показују да је потребан у просеку један планер на сваких двадесет радника у одржавању.

Строго говорећи, формално планирање би требало да покрије 100% од обима посла и то најчешће за одржавање ванредних и мањих послова, једноставних радних задатака који се обављају у мање формалном окружењу. Тако да се може рећи да је у већини организација, покривеност планирања одржавања од 80 до 85% достижно.

Распоред одржавања је подједнако важан као и посао планирања. Ефикасност распоређивања се заснива на поузданости функције планирања. За велике послове, посебно оне које захтевају више стручне координације, користе се методе као што је евалуација програма и прегледне технике и метода критичног пута и на тај начин би се осигурала ефикасна, свеобухватна контрола.

Када се не би бавили планирењем и распоређивањем, процес одржавања би био веома комплексан, што је процес одржавања већи и трошкови су већи јер машина је дуже у стању отказа. Зато је битно набавити сву потребну опрему, резервне делове и обезбедити довољан број људи за потребан ремонт машине.

Веома је важно да особље које ради сервис буде потпуно стручно, обучено и упознато са свим деловима машине, њеном опремом и радом [1].

Процес одржавања је скуп поступака и активности који се током времена спроводе на техничким системима у циљу спречавања појаве отказа или ради њиховог отклањања. Процес одржавања има карактеристике изразито случајног процеса: прву случајну величину представља време рада техничког система до тренутка у коме треба да се спроведе поступак одржавања (одређено особинама поузданости), а другу, време потребно да се поступак одржавања спроведе (одређено квалитетом система одржавања), да би се систем из стања у отказу, вратио у стање у раду.

Стање у отказу и стање у раду се стално смењују, те се и ова два случајна времена смењују једно за другим. Начин и карактер ових промена одлучујуће обележава процес рада и одржавања сваког техничког система, зато се и анализирају промене стања техничког система током времена односно дефинише се такозвана временска слика стања. Временска слика стања графички описује промене стања и редослед одвијања поједних активности и поступака у животном циклусу техничког система.

5.1 Временска стања система

Могући догађаји у животу техничких система и описана стања могу се анализирати и у временском домену. Укупно време које тече од производње система односно од почетка његове употребе, дели се на два основна сегмента: време коришћења (време у раду t_r , време у отказу t_o) и време складиштења t_s . Време коришћења се понекад назива и активно време, а време складиштења неактивно време.

Случајно трајање рада до појаве отказа, многи случајни чиниоци одређују трајање поступака одржавања (чак и планских), а многи случајни чиниоци утичу и на трајање складиштења. Због тога и процес коришћења техничких система има обележја случајног процеса.

За анализе ефективности, сигурности функционисања и посебно процеса одржавања техничких система, треба размотрити временске интервале. Време у коме се систем налази у стању у раду t_r , није исто што и време у којем је систем у активном стању t_{ra} .

Време у раду се изражава као:

$$t_r = t_{ra} + t_{rf} + t_{ro} + t_{rc}$$

где су:

t_r – време у раду;

t_{ra} – време у активном раду;

t_{ro} – време основног одржавања;

t_{rf} – време функционалних застоја;

t_{rc} – време чекања.

Време стања у отказу се дели на време планског (превентивног) t_{op} и време непланског (корективног) одржавања t_{ok} .

Плански поступци одржавања одлажу појаву отказа. Време стања у отказу троши се на спровођење административно-организационих припрема – t_{opp} , на дијагностику – t_{opd} , на непосредно обављање поступака одржавања t_{opa} и на крају на проверу квалитета извршених радова t_{opk} , односно планско време у отказу:

$$t_{op} = t_{op} + t_{opd} + t_{opa} + t_{opk}$$

Уколико су поступци одржавања изазвани отказом онда се корективно одржавање може представити као :

$$t_{ok} = t_{okt} + t_{oko} + t_{okp} + t_{okd} + t_{okč} + t_{oka} + t_{okk}$$

где је:

t_{okt} – време транспорта;

t_{oka} – време активног рада;

t_{okp} – време припреме;

t_{okd} – време дијагностике;

$t_{okč}$ – време чекања;

t_{oko} – организационо-технички послови.

За стање у раду и стање у отказу се дефинишу одговарајућа времена:

- Време радне неспособности одговара времену у којем је систем у стању радне неспособности;
- Радно време или захтевано време одговара времену у којем се од система захтева да извршава своју функцију на прописан начин;
- Време нерада одговара времену у којем се не тражи да систем извршава своју функцију, не постоји потреба да систем ради;
- Време непланираног застоја;
- Време функционалног застоја.

Време одржавања представља интервал времена у којем се на посматраном техничком систему ручно или аутоматски спроводе поступци одржавања, обухватајући при томе и техничке или логистичке застоје.

Битно је истаћи да се одржавање и ремонт обављају у условима и по садржају који важи за производњу нових машина, а такве услове имају пре свега добро

опремљена предузећа јер располажу одговарајућим радионицама, алатом, прибором и пробним столовима за проверу димензија и функције нових производа [6].

5.2 Ремонт булдозера

Како бисмо продужили радни век булдозера потребно је применити све методе одржавања које смо описали до сада. Високе цене нових булдозера на светском тржишту као неминовност постављају задатак да се на адекватан начин примени превентивно одржавање и ремонт булдозера као и сличних машина (које су у експлоатацији по 20-ак година) како би радна способност била очувана у што дужем периоду. Најбоља метода за отклањање могућности појаве отказа булдозера и сличних машина јесте превентивно одржавање (планско и према стању). Код превентивног одржавања према стању активности се изводе када стање техничког система захтева, што није случај код превентивно планског одржавања, где су активности везане за замену или оправку елемената, углавном засноване на статичком праћењу средњег времена у раду до појаве отказа [7].

Одржавање система погона машине који је најкритичнија тачка са аспекта отказа, одвија се кроз превентивну контролу уља у редуктору, у механизму за управљање, у торк конвертору, по потреби се долива ако је то потребно, проверава се притисак уља у редуктору, притисак уља у механизму за управљање, у торк конвертору.

Ремонт булдозера и опреме обухвата послове који се изводе ради извршења законских, технолошко-техничких и других обавеза, као и ради отклањања технолошко-техничких недостатака на булдозеру који се изводе у условима делимичне или потпуне обуставе рада. Ремонт булдозера и опреме су активности превентивног карактера које се планирају и периодично понављају.

Ремонт булдозера се обавља у халама које су опремљене потребном опремом, алатима, стручним особљем за вршење ремонта. Булдозер се паркира на канал, одакле се почиње са свим активностима које су задате планом ремонта ове машине.

Да би се извршио ремонт система погона машине, потребно је држати се мера предострожности приликом одржавања :

- Планирање ремонта (инвестиционог одржавања);
- Припрема ремонта;
- Обезбеђење потребних ресурса;
- Извршење ремонта;
- Контрола и примопредаја изведених радова;
- Евидентирање и закључивање налога и

- Анализа и извештавање.

Редовно подмазивање и одржавање је од великог значаја за дуг радни век машине. Сервисер мора бити упознат са следећим:

- Сервисер мора познавати конструкцију, спецификације, редослед склапања и расклапања машине, техничке податке и мере опрезности;
- Увек урадити дневни сервис пре и после обављеног рада. За то време машина треба да је постављена на тврдој и равној подлози са спуштеним ножем и контролним полугама у неутралној позицији;
- Уколико се сервис врши са упаљеним мотором увек су потребне две особе. Једна у кабини и друга који обавља сервис. У таквом случају особа у кабини не сме померати управљачке полуге;
- Темељно опрати машину. Посебно обратити пажњу на затвараче за уље и све делове који се подмазују. Пазити да прашина и прљавштина не оду у мотор;
- Увек имати на уму да је уље у хидрауличном систему под притиском. Приликом доливања или испуштања уља увек прво отпустити притисак. Процедура отпуштања притиска: спустити нож и рипер на земљу, искључити мотор. Померати контролне полуге по свим позицијама два до три пута, а затим полако отворити поклопац;
- Увек користити чисто уље и мазива, и бити уверен да су резервоари чисти. Када се проверава или мења уље, радити то на месту где нема прашине и пазити да иста не доспе у уље;
- Не радити ништа око струје с мокрим рукавицама, или на влажним местима да не би дошло до електричног удара.
- Приликом промене уља загрејати га до 30-40°C;
- Бити опрезан при провери и мењању течности за хлађење, да не дође до прскања вреле воде;
- Након замене уља у филтерима, испустити ваздух из система;
- Приликом отварања кућишта редуктора потребно је пажљиво радити како унутар кућишта редуктора не би упало нешто непожељно, (нпр. испразнити џепове), посебно при одвртању завртњева;
- Никада не користити пламен уместо светла [1].

6. Одржавање и ремонт главних компоненти система погона

6.1 Одржавање и ремонт торк конвертора

После расклапања торк конвертора (слика 15) на делове детаљно се очисте делови склопа течним одговарајућим средством за чишћење, затим се делови осуше компресованим ваздухом или чистом крпом. Све заптивне површине на које је нанешено мазиво, детаљно се очисте због поновног склапања делова склопа. Пажљиво се морају очистити да се не би оштетиле металне површине. Помоћу компресованог ваздуха, проверити све канале за уље у кућишту торк конвертора, да ли су проходни.

Потребно је проверити у каквом су стању сви лежајеви. Заменили лежајеве који се слободно не крећу или имају велики зазор између прстенова.

Препоручује се да кад год се расклапа торк конвертор на делове, због прегледа и сервисирања да се поставе нове "O-ring" (заптивне гумице) и све заптивке за уље. Обавезно заменити тефлонски заптивни прстен (карику) (3) на улазном отвору торк конвертора и ливени гвоздени заптивни прстен (карика) (15) на излазном отвору торк конвертора, када дође до претераног претакања уља у торк конвертору, и ако се утврди, у току тестирања.

Проверити све нутове (жљебове) и зупчанике, да ли су похабани, оштећени, да ли има огреботина и осталих неправилности и заменити те делове, уколико је потребно. Обратити нарочиту пажњу и проверити стање назубљених спојева између излазног назубљеног вратила (14) (слика 15) и турбине (29), као и између излазног назубљеног вратила (14) и излазне назубљене прирубнице (23).

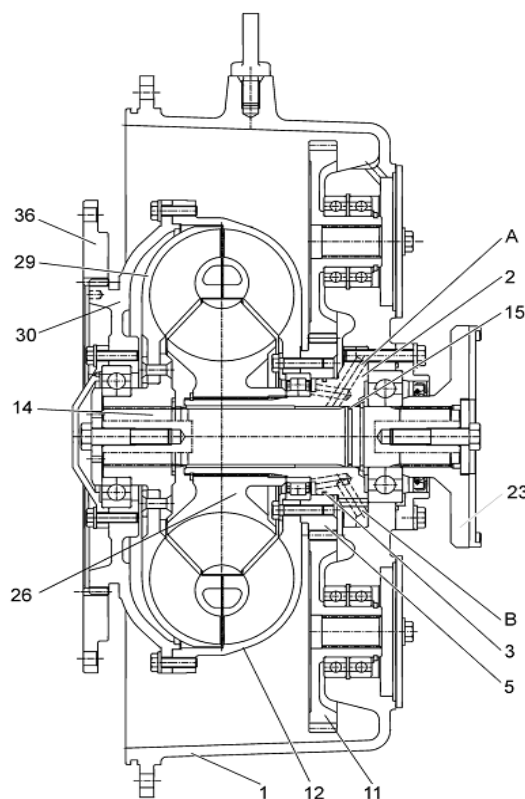
Променити све зупчанике код којих су се зупци истрошили или оштетили. Контакт површине зубаца које су са повећаном глаткошћу или са ознакама "љушћења" су недопустиве.

Детаљно проверити сва места налегања лежаја на вратилима и у отворима у кућиштима, да та места нису истрошена (оштећена), због ротирања унутрашњих прстенова лежаја на вратилу, или ротирања спољашњих прстенова лежаја у отворима кућишта. Уколико се установи да куглични лежај ротира око вратила или у отвору кућишта, то се обавезно мора заменити, и куглични лежај и делови са којима је он у склопу (у раду). Потребно је обратити нарочиту пажњу и проверити стање спојне површине између излазног назубљеног вратила (14) и једноредног кугличног лежаја (18).

Проверити све закивке на кућишту турбине (29). Уколико је само један закивак лабав, цео склоп турбине мора да се замени.

Проверити све лопатице (пераја) импелера (12), статора (26) и турбине (29), да ли су механички оштећене. Уколико су лопатице врло истрошене или оштећене, цео склоп мора се заменити.

Детаљно проверити унутрашњу површину отвора у погонском зупчанику (5), која је прецизно урађена да би "пасовала" са заптивним прстеном (кариком) (3). Унутрашња површина отвора у погонском зупчанику (5) не сме имати жљебове (канале), као ни заптивни прстен (карика) (3). Уколико унутрашња површина отвора у погонском зупчанику (3) има оштећења (жљебове) од заптивног прстена (карике) (3), то указује да се погонски зупчаник (5) мора заменити. Детаљно проверити унутрашњу површину отвора у назубљеном чаурастом вратилу (2) који се "пасује" са заптивним прстеном (кариком) (15). Назубљено чаурасто вратило (2) треба заменити уколико има жљебове (оштећења) од заптивног прстена (карике) (15). Уколико приметимо било који видљиви знак, да је оштећен спољашњи део назубљеног чаурастог вратила (2) у контакту са погонским зупчаником (5) и излазним назубљеним вратилом (14), назубљено чаурасто вратило (2), мора се заменити. Излазна назубљена прирубница (23), не треба да има урезе (жљебове) од заптивног прстена (21), док је дозвољено, да је углачана и у боји тамнија. Уколико је кућиште торк конветора напукло заменити га, и уколико су отвори излизани или оштећени [2].



Слика 15. Пресек торк конветора

6.2 Одржавање и ремонт редуктора

Препоручљиво је да се приликом сваког растављања редуктора ради сервисирања уграде нове заптивне гумице.

Све делове детаљно опрати одговарајућим течним средством за чишћење. Добро осушити делове помоћу компресованог ваздуха или чистом крпом.

Проверити све лежајеве на хабање или оштећења и замените их уколико је потребно. Лежајеве који се могу поново користити, треба натопити у чисто уље, и замотати их у чист папир до поновне употребе. Проверити све зупчанике, да ли су похабани, истрошени или да ли има поломљених зубаца. Заменити зупчаник уколико је претерано истрошен или има оштећене зубце.

Проверити урезе и жљебове на вратилима и зупчаницима, проверити добоше на похабаност. Заменити вратила, ако су много истрошена. Мале "пуцне" (урези), могу се изравнати са уљаним каменом.

Испрати све канале за проток уља за улазно и излазно вратило. Проверити да ли су сви отвори за пролаз уља за подмазивање чисти и да нема запушења.

Проверити све пакете ламела на истрошеност и похабаност и заменити их уколико је потребно. Са свих заптивних и контактних површина помоћу уљаног камена скинути и најмању "пуцну" која може да повећа истрошеност и зазоре на контактним површинама. Проверити исправност свих опруга, да ли су омекшале и да ли постоји замор материјала. Уколико опруга није у прописаној толеранцији, опруга се мора заменити.

Проверити похабаност унутрашњег дијаметра колектора карика, у делу заптивних прстенова. Уколико, није по датој спецификацији, или уколико има зазора и могућност померања заптивних прстенова, колектор заптивних прстенова се мора заменити [2].

6.3 Одржавање и ремонт механизма за управљање

Приликом растављања и сервисирања механизма за управљање, препоручује се постављање нових заптивна гумица и заптивних прстенова. Одговарајућим средством за чишћење очистити све делове детаљно, затим их добро осушити компресованим ваздухом.

Детаљно проверити лежајеве, да ли су похабани или оштећени и заменити их, уколико је потребно. Лежајеви који се могу поново користити, треба потопити у чисто моторно уље, замотати их у чист папир и оставити до поновне употребе.

Проверити зупчанике да ли су похабани или да ли има одломљених зубаца. Заменити их уколико су много похабани или су зубци оштећени. Проверити све жљебове и озубљења на истрошеност. Заменити све делове који су много истрошени. Мање "пуцне" могу се изравнати помоћу уљаног камена. Проверити челичне ламеле и фриксионе ламеле да ли су истрошене и заменити их, уколико је потребно.

За одстрањивање "пуцни" користи се уљани камен. Пуцне могу оштетити заптивне површине или повећати истрошеност на тим деловима. Проверити да ли су опруге ослабиле или су оштећене. Уколико опруга не одговара датим техничким карактеристикама, морају се заменити.

Поклопац на задњем делу главног рама мора бити очишћен, са одговарајућим течним средством за чишћење и мора се детаљно прегледати, да ли има огреботина, неправилности и удубљења. (Максимално дозвољено поравнање (удубљење) између два отвора на поклопцу је 0,25 mm). Уколико поклопац не задовољава ове вредности, поклопац се мора заменити [2].

6.4 Одржавање и ремонт бочног редуктора

Приликом сваког расклапања на делове, у циљу сервисирања бочног редуктора, препоручује се постављање нових заптивних гумица и заптивних прстенова.

Пре чишћења делове, препоручује се да се детаљно прегледају да ли има одступања јер када су делови очишћени, то се не може добро уочити. Проверити да ли у уљу има металних опиљака, нечистоћа или других страних делова. Проверити да ли има страних делова у лежајевима јер они могу довести до претераног хабања лежаја.

Детаљно опрати све делове са одговарајућом течношћу за чишћење и осушите их компресованим ваздухом или чистом крпом.

Проверити лежајеве да ли има уреза, напрслина и истрошености. Заменити их ако је потребно. Лежајеве који се могу поново користити, треба потопити у чисто уље и замотати у папир, до поновне употребе. Детаљно очистити додирне површине бочног редуктора. Пажљиво очистити додирне површине, да не би истругали фабрички обрађене површине јер то може умањити заптивеност.

Проверити на свим зупчаницима да ли су зуби оштећени или истрошени. Проверити да ли су нутови (жљебови) на зупчанику назубљеног вратила истрошени или оштећени. Мале "пуцне" могу се скинути каменом за ту сврху.

Очистити плочасте магнете. Скинути трагове корозије или задебљане стране материјале са површине уреза (жљебова) кућишта бочног редуктора и поклопца, помоћу брусног папира, турпије или ручне бруснице. Ово урадити врло пажљиво, да се не би променила величина очишћених отвора. Приликом сваког расклапања бочног редуктора, увек треба заменити заптивне прстенове, слика 15, (38) новим заптивним прстеновима или га сервисирати за поновну употребу [2].

Провера нивоа уља

Машину поставити на раван терен тако да ознака натписа „OIL LEVEL“ (ниво уља) који се налази на кућишту редуктора буде постављена у хоризонтални положај на десној страни кућишта редуктора. Одвити магнетни чеп и чеп за ниво уља, проверити ниво уља; уколико је ниво уља низак, допунити га до нивоа отвора чепа. Исто тако, проверити да ли на чепу има металних опиљака. Уколико се то понови (постојање металних опиљака) и после периодичних провера, консултовати се са сервисом добављача опреме. Завити чеп и затворити га [3].

Замена уља

Замена уља се врши у три корака:

- Паркирати машину на раван терен док је уље још на радној температури тако да испусни чеп буде у доњем положају. Одвити чеп за пуњење и читавање нивоа уља као и испусне чепове, тада уље излази из резервоара у посуду за истрошено уље. Одстранимо металне опиљке са чепова са магнетима. Затим поставити и завити испусне чепове. Сипати по око 8 литра моторног уља у кућиште оба бочна редуктора и вратити чеп на место;
- Пустити машину да ради у ниском броју обртаја коленастог вратила мотора (без оптерећења), неколико минута. Поставити машину тако да испусни чеп буде у доњем положају. Одвити чеп за пуњење и читавање нивоа уља као и испусне чепове и потпуно испразнити моторно уље у одговарајућу посуду;
- Поново вратити и затегнути испусне чепове. Поставити машину на равно тле тако да ознака „OIL LEVEL“ (ниво уља) на кућишту бочног редуктора

буде хоризонтално постављена са десне стране кућишта. Одвити чеп за пуњење и чеп за читавање нивоа уља (слика 16). Напунити кућиште бочних редуктора свежим уљем све до доње ивице отвора чепа за пуњење и читавање нивоа уља. Завити и затегнути чепове за пуњење и за читавање нивоа уља [1].

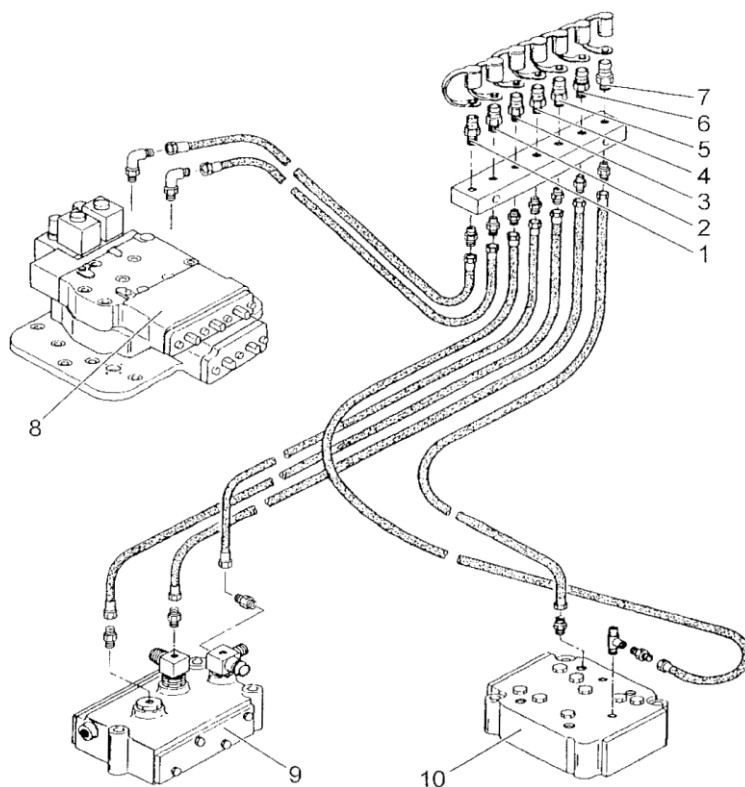


Слика 16. Чеп за читавање нивоа уља у бочном редуктору

7. Обавезна тестирања приликом ремонта

7.1 Тестирање притиска уља у редуктору и торк конвертору

Када се врше овакви тестови потребно је обележити сваки контролник за тестирање да не би дошло до забуне и мешања контролника.



Слика 17. Постављање контролника (манометра) за контролу притиска уља редуктора и торк конвертора

Табела 7- Места за постављање контролника (манометра)

<i>Редни број</i>	<i>Назив</i>	<i>Редни број</i>	<i>Назив</i>
1.	Десна кочница (RB)	6.	Подмазивање (L)
2.	Лева кочница (LB)	7.	Ламеле правца кретања (FR)
3.	Ламеле брзина (PC)	8.	Разводни вентил за управљање
4.	Главни притисак (M)	9.	Главни регулациони вентил
5.	Конвертор (C)	10.	Селектор вентил

Потребно је скинути гумену заштитну капу са места за брзо прикључење манометра и повезати комплет контролника за тестирање и контролника за мерење притиска на мерна места на главном регулационом вентилу (брзе спојнице на местима 4, 5 и 6) и на мерна места на селектор вентилу (брзе спојнице на местима 3 и 7). Мерна места показана су на слици 17.

Са командном ручицом за управљање у неутралном положају са притиснутом педалом ножне кочице и са мотором који ради у високом броју обртаја коленастог вратила мотора, посматрати читавања на тест контролнику за притисак. Вредности читавања за притисак треба да буду као што су наведена у табели 8. Притиснути педалу децелератора потпуно до краја.

Са мотором који ради са ниским бројем обртаја коленастог вратила мотора поставити командну ручицу за управљање у деблокирани положај. Повећати степен преноса у I брзину напред и полако пустити педалу децелератора - машина се креће. Мотор сада ради са високим бројем обртаја коленастог вратила мотора, повећати степен преноса у II и у III брзину напред, а при високом и ниском опсегу кретања машина стоји у месту, гледати на контролницима (манометрима) сваку промену притиска уља на пакетима ламела за брзине. Вредност читавања притиска уља на контролницима треба да буде као што је наведено у табели 8. Притисак уља треба да расте и да опада нагло, при сваком укључењу и искључењу пакета ламела за брзине. Притиснути педалу децелератора до краја и поставити командну ручицу за управљање у неутрални положај. Поновити овај поступак за сваку брзину и за вожњу уназад.

Поставити командну ручицу за управљање (кретање) у неутрални положај, а ручицу за блокаду погона машине у положај "ON" (укључена). Поставити ручицу за гас у положај за ниски број обртаја коленастог вратила мотора и зауставити мотор.

Уколико су читавања у границама као у табели 8 и са радном температуром уља, наставити са тестирањем и урадити тест за проверу притиска уља у систему за управљање [2].

Уколико читавања нису у границама као у наведеној табели и са радном температуром уља, могући су следећи проблеми:

- Низак главни притисак уља;
- Низак притисак уља у торк конвертору;
- Висок притисак уља у торк конвертору и при ниском броју обртаја радилице мотора;
- Низак притисак уља за подмазивање у редуктору;

- Низак или на нули притисак уља за оба пакета ламела за правац кретања и три пакета ламела за брзине;
- Низак или на нули притисак уља за две брзине, II и III или III и I;
- Низак или на нули притисак уља у једном пакету ламела (напред) или у пакету ламела (назад);
- Низак или на нули притисак уља у пакетима ламела за једну од I, II, III брзине.

Табела 8- Притиска уља у редуктору и торк конвертору

Положај Ручице	ОПИС ОТВОРА ЗА ТЕСТИРАЊЕ (сва читавања су у kPa)				
	Главни притисак (M)	Торк конвертор (C)	Подмазивање (L) ^(*)	Пакет ламела брзине (PC)	Пакет ламела правца (FR)
Неутрални	1790-1930	550-690	350-450	0	0
Напред прва	1790-1930	520-660	310-380	M minus 100-170	M minus 0-70
Напред друга	1790-1930	520-660	310-380	M minus 100-170	M minus 0-70
Напред трећа	1790-1930	520-660	310-380	M minus 100-170	M minus 0-70
Уназад прва	1790-1930	520-660	310-380	M minus 100-170	M minus 0-70
Уназад друга	1790-1930	520-660	310-380	M minus 100-170	M minus 0-70
Уназад трећа	1790-1930	520-660	310-380	M minus 100-170	M minus 0-70

7.2 Провера рада торк конвертора

За проверу рада торк конвертора користи се дигитални оптички тахометар. Са радом мотора под "пуним гасом" и са притиснутом педалом ножне кочнице, повећати степен преноса у трећу брзину унапред и на тахометру измерити брзину обртаја склопа торк конвертора (само импелер - лопатице).

Уколико читавања у тахометру одговарају датој спецификацији, наставити са следећим тестирањем, проверити рад пакета ламела у механизму за управљање машине [2].

Уколико читавања не одговарају датој спецификацији, могући су следећи проблеми:

- Високи обртаји импелера торк конвертора;
- Ниски обртаји импелера торк конвертора.

7.3 Провера рада пакета ламела у механизму за управљање машине

Пре него што се обави ова провера потребно је проверити притисак уља у торк конвертору, редуктору и у систему за управљање.

Притиском педале ножне кочнице блокирати пакет ламела. Затим склонити централну заштитну плочу са пода у кабини оператера. Мотор се стартује, поставити ручицу за гас у положај за високи број обртаја коленастог вратила мотора и притиснути педалу децелатора како би се смањила брзина обртаја коленастог вратила мотора. Поставити ручицу за блокаду погона машине у положај "OFF" (искључено).

Поставити командну ручицу за гас у положај за кретање унапред, другом брзином, а притиском на прекидаче, изабрати прво спороходни, а затим брзоходни опсег кретања, код машина са двобрзинским механизмом за управљање, полако попуштати педалу децелатора ради провере, да ли се окреће зглобно вратило (кардан) и погонски ланчаници. Са мотором са високим бројем обртаја коленастог вратила мотора, пребацити редуктор у трећу брзину напред, поново проверите да ли се окреће зглобно вратило (кардан) и погонски ланчаници.

Потпуно се притисне педала до краја децелератора и постави се командна ручица за управљање у трећу брзину кретања уназад. Постепено се опушта педала децелератора и опет, проверити да ли се окреће зглобно вратило (кардан) и погонски ланчаници.

Табела 9- Дијагностике отказа у пакетима ламела у систему за управљање машине

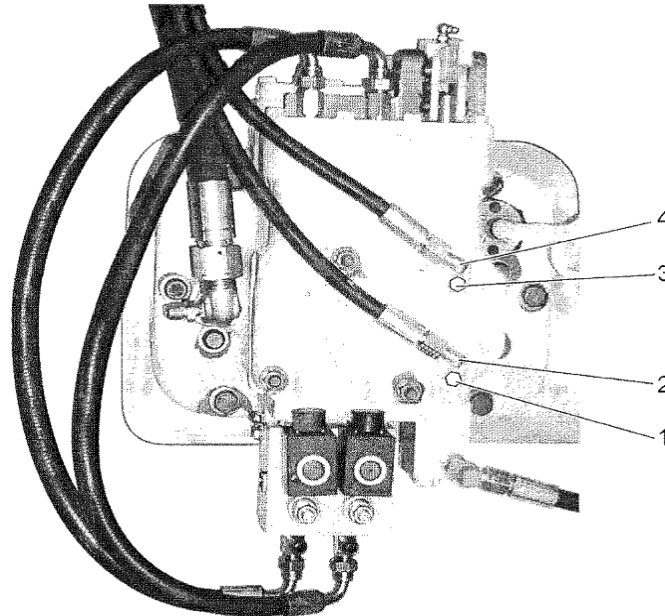
Проблем	Могући узрок
Погонски ланчаник стоји, а зглобно вратило (кардан) се окреће у свим степенима преноса брзине	Проклизавање у пакету ламела у механизму за управљање машине
Погонски ланчаник стоји, а зглобно вратило (кардан) окреће се само у другој брзини напред	Проклизавање у пакету ламела за другу брзину у редуктору
Погонски ланчаник стоји, а зглобно вратило (кардан) окреће се у трећој брзини напред и назад	Проклизавање у пакету ламела за трећу брзину у редуктору
Погонски ланчаник стоји, а зглобно вратило (кардан) окреће се у трећој брзини напред, али не у трећој назад	Проклизавање у пакету ламела за напред у редуктору
Погонски ланчаник стоји, а зглобно вратило (кардан) окреће се у трећој брзини назад, али не у трећој напред	Проклизавање у пакету ламела за назад у редуктору
Погонски ланчаник се окреће	Проклизавање у пакету ламела кочнице у механизму за управљање машине

Потпуно притиснути до краја педалу децелератора и поставити командну ручицу за управљање у неутрални положај. Поставити ручицу за блокаду погона машине у положај "ON" (укључено). Поставити ручицу за гас у положај ниског обртаја радилице мотора и ослободити педалу децелератора. Зауставити мотор. Ако зглобно вратило (кардан) и погонски ланчаници не ротирају, радно стање пакета ламела у систему за управљање машине је задовољавајуће, са очекиваним, могућим проклизавањем пакета ламела за прву брзину у редуктору. Уколико зглобно вратило (кардан) и погонски ланчаници ротирају, потребно је проверити дијагностику отказа која је дата у табели 9 [2].

7.4 Провера притиска уља у систему за управљање машине

Зауставити рад мотора и отворити врата на заштитном поклопцу мотора са леве стране машине. Повезати контролник за мерење на отворе за брзо мерење за десну и леву кочницу (позиције 1 и 2, слика 17) на дијагностичком центру, на отворе и (позиције 1 и 3, слика 18) на механизму за управљање. Обележити сваки отвор за тестирање са одговарајућим објашњењем у току овог теста, да се не би збунили и помешали отворе за тестирање.

Потребно је стартовати мотор и пустити га да ради под пуним гасом, проверити и упоредити очитавања на контролнику (манометру) са вредностима у датој табели (Табела 10а и 10б) [2].



Слика 18. Постављање контролника (манометра) за контролу притиска система за управљање

1. Место за мерење притиска уља на пакет ламела за кретање (RC- Десни пакет ламела) за десну страну машине;
2. Место за мерење притиска уља на пакет ламела кочнице (RB-Десна кочница) за десну страну машине;
3. Место за мерење притиска уља на пакет ламела за кретање (LC- Леви пакет ламела) за леву страну машине;
4. Место за мерење притиска уља на пакет ламела кочнице (LB-Лева кочница) за леву страну машине.

Табела 10а- Вредности притиска уља у систему за управљање машине

Положај командне ручице или положај прекидача и положаја педале кочнице	Опис отвора за тестирање				
	Главни притисак М кПа	Леви пакет ламела LC кПа	Лева кочница LB кПа	Десни пакет ламела RC кПа	Десна кочница RB кПа
Оба гус. ланца у спорохо. брзини (избор LO прекидачем) . Командна ручица у неутралном положају и педала коч. притиснута до краја	1790- 1930	Главни минус 0-35	0 (#)	Главни минус 0-35	0 (#)
Оба гус. ланца у спороходној брзини (избор LO прекидачем). Командна ручица у неутралном положају и педала кочнице у почетном положају за кочење.	1790- 1930	Главни минус 0-35	450-520	Главни минус 0-35	450-520
Леви гус. ланац у почетном положају за кочење а десни гус. ланац у спороходној брзини (избор LO прекидачем) Командна ручица у почетном положају на леву страну	1790- 1930	590-760 (%)	590-760 (%)	Главни минус 0-35	Главни минус 0-35

Табела 106- Вредности притиска уља у систему за управљање машине

Положај командне ручице или положај прекидача и положаја педале кочнице	Опис отвора за тестирање				
	Главни притисак М кПа	Леви пакет ламела LC кПа	Лева кочница LB кПа	Десни пакет ламела RC кПа	Десна кочница RB кПа
Оба гус. ланца у спороходној брзини (избор LO прекидачем). Командна ручица у неутралном положају	1790-1930	Главни минус 0-35	Главни минус 0-35	Главни минус 0-35	Главни минус 0-35
Оба гус. ланца у брзоходној брзини (избор HI прекидачем) Командна ручица у неутралном положају	1790-1930	Главни минус 0-35	Главни минус 0-35	Главни минус 0-35	Главни минус 0-35
Леви гус. ланац у спороходној брзини а десни гус. ланац у положају окретања у месту или под кочницом (избор LO прекидачем) Командна ручица у крајњем десном положају	1790-1930	Главни минус 0-35	Главни минус 0-35	0 (%)	0 (%)
Леви гус. ланац у спороходној брзини а десни у положају за кочење (избор LO прекидачем) Командна ручица у почетном положају на десну страну	1790-1930	Главни минус 0-35	Главни минус 0-35	590-760 (%)	590-760 (%)
Леви гус. у положају окретања у месту или под кочницом а десни гус. ланац у спороходној брзини (избор LO прекидачем) Командна ручица у крајњем левом положају	1790-1930	0 (%)	0 (%)	Главни минус 0-35	Главни минус 0-35

7.5 Провера рада система управљања машине

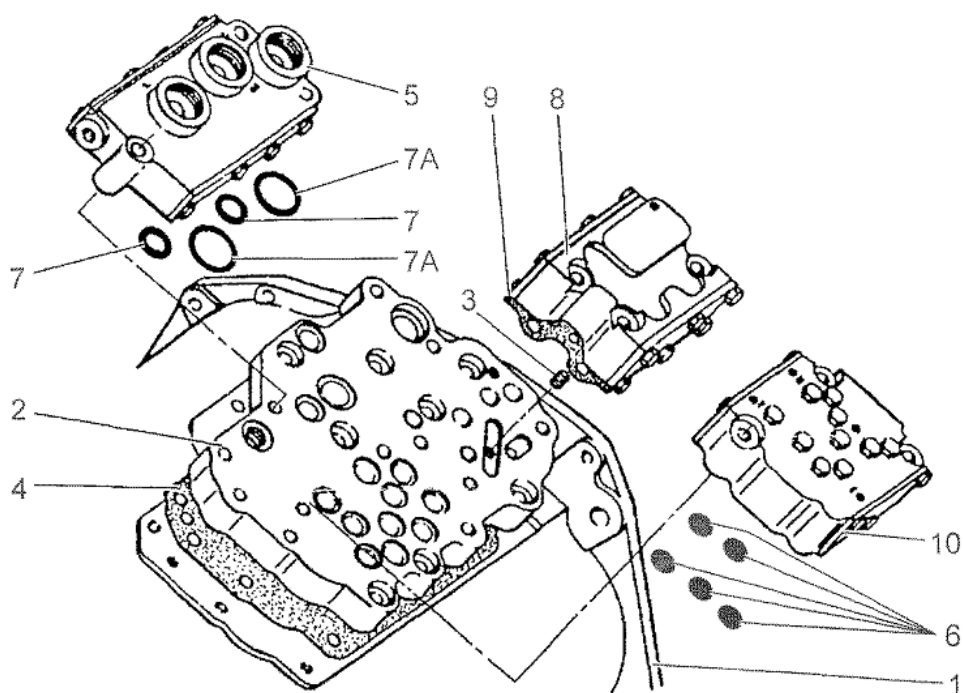
Пре него што се приступи овом тесту, мора се проверити притисак уља у разводном вентилу, подаци о притиску се налазе у табели 8.

Да би смо проверили притисак ослобађања пакета ламела кочнице, потребно је урадити следеће:

- Поставити командну ручицу у крајњи положај на леву страну у положај скретања на лево до позиције кочења. Повећавати брзину обртаја коленастог вратила мотора, све док десни гусенични ланац не почне да се полако покреће ("мили по тлу");
- Полако притиснути педалу ножне кочнице и записати читавања (на контролнику који је повезан на центр за дијагностиковање), притиска за десни пакет ламела кочнице, када гусенични ланац престане да "мили по тлу";
- Полако опустити педалу ножне кочнице и записати читавања (на контролнику који је повезан на десну кочницу центра за дијагностиковање), притиска за сноп ламела десне кочнице, када гусенични ланац почне полако да се креће ("мили по тлу");
- Претходни поступак поновити с тим што се сада тестира пакет ламела за леве кочнице, притискањем педале кочнице и држањем командне ручице у положају скретања на десно у положају кочења, и записати читану вредност притиска уља на пакет ламела леве кочнице. Притисак треба да буде између 620 - 690 kPa [2].

7.6 Дијагностички тест редуктора

Овај тест конципиран је тако, да помогне при детекцији отказа са редуктором машине, поставља се питање шта је потребно урадити при том, да ли треба извратити редуктор из машине и раставити га на делове, или је проблем у хидрауличним компонентама које су у саставу спољашњег склопа редуктора. Уколико је проблем у ниском притиску уља или "проклизавању" у редуктору, треба урадити тест провере притиска уља и проверити притисак уља у свим дотоцима уља, резултате забележити за будућа тестирања и упоредити. Да ли је притисак уља добар проверити у табели 8 притиска уља у редуктору и торк конвертору. Уколико тест покаже да је низак притисак уља у више од једног кружног протока уља, у том случају треба урадити "FIVE PENNY" тест ("петопарац").



Слика 19. Шематски приказ дела редуктора са "петопарцима"

Табела 11- Делови редуктора при тестирању "FIVE PENNY " методом

<i>Редни Број</i>	<i>Назив</i>	<i>Редни број</i>	<i>Назив</i>
1.	Носач редуктора	6.	Петопарци пречника Ф 21,3 mm и дебљине 2 mm
2.	Плоча редуктора	7.	"O-ring" (заптивна гумица)
		7A.	"O-ring" (заптивна гумица)
3.	Пригушница са ситом	8.	Модулациони вентил
4.	Заптивка	9.	Заптивка модулационог вентила
5.	Главни регулациони вентил	10.	Селектор вентил

За овај тест користе се петопарци или метални новчићи (слика 19), који се постављају преко отвора за доток уља испод селектор вентила (10), (амерички пени или петопарац, метални новчић, по величини тачно одговарају да се поставе унутар отвора и заптивне гумице на плочу редуктора (2) и да остану у том положају). Поново поставити селектор вентил и затегнути га са постављеним металним новчићима у отворима. На овај начин ефективно се спречава доток уља у пакете ламела, тако да се пакети ламела не могу укључити, али није спречен

доток уља за подмазивање, тако да не постоји опасност да у току овог теста дође до оштећења редуктора.

Стартовати мотор и измерити притисак уља у систему погона машине. Мерење притиска уља треба извршити за све опсеге и у оба смера дотока уља, проверити притисак уља у табели 8 притиска уља у редуктору и торк конвертору, затим искључити мотор.

Уколико је притисак уља при првом тестирању био низак, а приликом овог теста задовољавајући, проблем је у унутрашњости склопа редуктора, тј. редуктор се мора извадити и поправити.

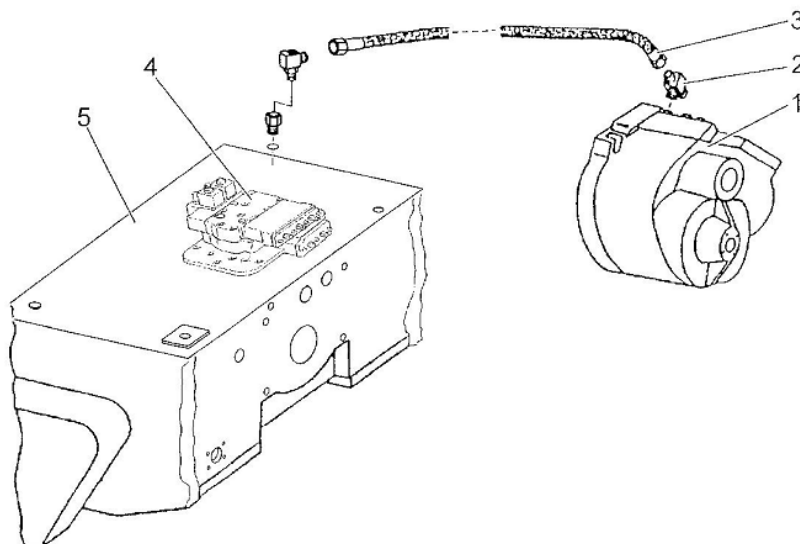
Уколико је притисак уља и даље низак, проблем је изван редуктора, вероватно у вентилима редуктора. Затим је потребно проверити вентиле, очистити их или ако је потребно ставити нове [2].

7.7 Провера цурења уља у систему управљања

Овим тестом утврђује се да ли је систем за управљање добро заптивен и да ли његова заптивеност утиче на смањење главног притиска уља у систему. Одвојити црево за доток уља (3, слика 20) из разводног вентила за управљање и поставити Т-спојницу (2) на вентил, да би били сигурни да се не смањи главни притисак уља, уколико има цурења уља у систему за управљање.

Стартовати мотор, и поново измерити главни притисак уља. Да ли је главни притисак задовољавајући, проверити у табели 8 притиска уља у редуктору и торк конвертору, која је дата при тестирању притиска уља у редуктору и торк конвертору, затим искључити мотор.

Уколико је главни притисак уља одговарајући са блокираним разводним вентилом за управљање, а није одговарајући када је вентил повезан, то значи да систем за управљање треба проверити. Извадити Т-спојницу (2) и поново повезати црево за доток уља (3) на разводни вентил за управљање (4) [2].



Слика 20. Систем за управљање, доток уља у разводни вентил за управљање

- 1 - Редуктор;
- 2 - Т-спојница;
- 3 - Црево за доток уља у разводни вентил за управљање;
- 4 - Разводни вентил за управљање;
- 5 - Задњи део главног рама.

7.8 Провера аутоматског кочења у систему погона машине

Овај поступак за проверу аутоматског кочења, предвиђен је да провери аутоматско кочење машине у случају када се мења правац кретања машине и машина се креће брже него што је дозвољено. Машина је опремљена са електронским и електричним системом у систему погона машине. Овај систем, аутоматски врши кочење кретања машине и ради као заштита против преоптерећења склопова у систему погона машине. Приликом извршења провере аутоматског кочења у систему погона машине мора се постићи радна температура уља у редуктору. Ова провера се мора вршити на равном, тврдом терену.

Са мотором са високим бројем обртаја коленастог вратила мотора и у празном ходу, поставити ручицу за блокаду погона машине у деблокирани положај. За израчунавање брзине и време кретања машине користити хронометар, а за мерења дистанце кретања машине користити мерну траку.

Померити командну ручицу за управљање у трећу брзину унапред, отпустити кочницу и кренути са машином у спороходној брзини са најмање 7,6 км/сат или у брзоходној брзини са 10 км/сат.

За промену правца кретања из кретања унапред у кретање уназад, померити командну ручицу за управљање уназад. После постављања командне ручице у

положај уназад кретање машине треба полако почети да успорава и педала ножне кочнице сама, аутоматски, треба да се спусти на доле, за најмање 50 мм.

Када је брзина кретања машине довољно успорена, педала ножне кочнице се аутоматски треба вратити у првобитни положај. У исто време, после заустављања, машина се са лакоћом креће у супротном правцу кретања.

За промену правца кретања из кретања уназад у кретање унапред, померити командну ручицу за управљање унапред. После постављања командне ручице у положај унапред, кретање машине треба полако почети да успорава и педала ножне кочнице, сама, аутоматски, треба да се спусти на доле, за најмање 50 мм.

Када је брзина кретања машине довољно успорена, педала ножне кочнице, сама, аутоматски, треба се вратити у првобитни положај, У исто време, после заустављања, машина се са лакоћом креће у супротном правцу кретања.

Затим зауставити машину и угасити мотор. Уколико се педала ножне кочнице спусти на доле и врати у првобитни положај, као што је већ описано, аутомаско кочење машине, ради задовољавајуће. Уколико се педала ножне кочнице не спусти на доле (или опсег кретања при раду није по спецификацији), или долази до наглог кочења, аутоматско кочење машине не ради правилно [2].

8. Закључак

Циљ одржавања булдозера је одржати га што дуже у раду без отказа. Како би се одржао у раду потребно је употребити поједине методе система одржавања, као што су превентивно и корективно. Кроз рад се увидело који су могући узроци отказа булдозера, као и како их санирати. На жалост, откази су природна појава и њих није могуће трајно уклонити, али правилним одржавањем се могу умањити. Како би се умањила могућност честих отказа, потребно је превентивно одржавати булдозер као и урадити одређене тестове и поправке у ремонту.

Пре почетка одржавања булдозера потребно је знати како сама машина ради, за одржавање система погона машине потребно је познавати како функционише торк конвертор, редуктор, механизам за управљање и бочни редуктор који чине склоп система погона машине. Треба знати који су могући откази, како до њих долази, а затим применом одржавања спречити да до отказа дође.

Појавом отказа код система погона машине приступа се поправци отказаног система. Како би систем погона машине остао исправан потребно је одржавати систем кроз сервисе, а ако је потребно и поправити отказане елементе. Поправке се врше након прегледа система по плану одржавања или ако дође до неочекиваног отказа система.

Како би систем имао дужи радни век, врше се тестови у виду провера уља на торк конвертору, редуктору, систему за управљање и кочионом систему.

Битно је истаћи да се одржавање и ремонт обављају у условима и по садржају који важи за производњу нових машина, а такве услове имају пре свега добро опремљена предузећа јер располажу одговарајућим радионицама, алатом и приборима за проверу функција нових производа.

Литература

- [1] Техничко упуство булдозера - ПК Дрмно
- [2] Упуство за поправку и одржавање - ПК Дрмно
- [3] Приручник руковања булдозером - ПК Дрмно
- [4] др Новица Грујић, др Добривоје Јовановић, Примена хидраулике - функционалност и одржавање, Пожаревац 2002.
- [5] Рударске машине Скрипта за Рударски одсек Београд, 2009.
- [6] Александар Стојићевић, Грађевинске машине - булдозер, Семинарски рад, Пожаревац 2012.
- [7] Наставни материјал, Основи одржавања, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац 2014.
- [8]http://www.google.rs/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fbagry.cz%2Fvar%2Ffezwebin_site%2Fstorage%2Fimages%2Fclanky%2Fz_praxe%2Fjak_pracovat_s_buldozerem_1_dil_co_muzete_cekat%2Fangledozer%2F496158-1-cze-CZ%2Fangledozer.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fbagry.cz%2Fcze%2Fclanky%2Fnavody%2Fjak_pracovat_s_buldozerem_1_dil_co_muzete_cekat%2Fangledozer&h=832&w=950&tbid=P172Q7_FGmxttM%3A&zoom=1&docid=wiDtdPVSmN1D2M&ei=6sAFVlveKY3Y4QSI34HYDQ&tbm=isch&ved=0CBsQMygCMAI&iact=rc&uact=3&dur=1160&page=1&start=0&ndsp=38
- [9]https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Frgn.hr%2F~tkorman%2Fnids_tkorman%2Fstrojevi%2Fvjezbe%2FBuldozeri.doc&ei=TaTjU7Uw4ubJA9GugfAF&usg=AFQjCNFSre8no0lh3EuJG1WYDtxQGqsYUw&bvm=bv.72676100,d.bGQ&cad=rja
- [10]http://www.google.rs/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fbagry.cz%2Fvar%2Ffezwebin_site%2Fstorage%2Fimages%2Fclanky%2Fz_praxe%2Fjak_pracovat_s_buldozerem_1_dil_co_muzete_cekat%2Ftiltdozer%2F496155-1-cze-CZ%2Ftiltdozer.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fbagry.cz%2Fcze%2Fclanky%2Fnavody%2Fjak_pracovat_s_buldozerem_1_dil_co_muzete_cekat%2Ftiltdozer&h=646&w=1000&tbid=coZiosBhrA5XSM%3A&zoom=1&docid=Rm_ME2gPeLibyM&ei=VcYFVNW-A8XMyAODwoLADQ&tbm=isch&ved=0CCAQMygHMAc&iact=rc&uact=3&dur=520&page=1&start=0&ndsp=37
- [11]http://www.google.rs/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Ffs143.www.ex.ua%2Fshow%2F20577148%2F20577148.jpg%253F800&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.ex.ua%2F12017767&h=634&w=800&tbid=RZC4E_SKCMIAyM%3A&zoom=1&docid=U5_s_y0lfVXuEM&ei=7GcIVljiPIT5yQOAKYHoAQ&tbm=isch&ved=0CGYQMyhFMEU&iact=rc&uact=3&dur=664&page=2&start=34&ndsp=42