

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Драган М Милошевић

**Хаваријска оправка редуктора радног точка на багеру
СРС-2000 на површинском копу Дрмно**

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: 739/2013

Драган М Милошевић

**Хаваријска оправка редуктора радног точка на багеру
СРС-2000 на површинском копу Дрмно**

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. ред. проф. др. Петар Тодоровић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Октобар 2014.

Задатак студента у оквиру овог рада јесте да сагледа и опише процес одржавања у ТЕ Костолац, са посебним акцентом на одржавање на површинског копа Дрмно, односно хаваријска оправка редуктора радног точка багера СРс-2000. Освртом на теоријске основе студент треба да опише феномен отказа, узрочнике његовог настанка, а на основу практичних запажања да предложи мере за унапређење система одржавања.

У оквиру завршног рада кандидат треба се придржавати орјентационог садржаја:

- Уводни део
- Место и улога одржавања на површинском копу Дрмно
- Функционални опис површинског копа
- Теориске основе одржавања
- Управљање процесом одржавања
- Планирање одржавања
- Навести и анализирати могуће отказе на рударским објектима на површинском копу
- Дати предлог побољшања процеса одржавања на површинском копу
- Закључна разматрања

Препоручена литература:

[1] Тодоровић П., Јеремић Б., Мачужић И., Техничка дијагностика, Универзитет у Крагујевцу, 2009

[2] Основи одржавања, Скрипта, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2014

Крагујевац,

датум

ментор:

Др. Петар Тодоровић

Резиме: Одржавање рударских машина на површинском копу као функција и део процеса производње заузима важно место у производном систему, посебно у испуњавању све већих захтева у погледу повећања поузданости и ефективности великог система, као што је површински коп. Због тога одржавање и ремонт захтева пре свега рационалну организацију одржавања и ремонта како би се технички систем одржао што дуже у исправном стању или довео у исправно стање.

Техничка дијагностика на рударским машинама, као саставни део процеса одржавања омогућује праћење стања техничких система у периоду експлоатације, и омогућава да се утврди техничко стање саставног дела система са одређеном тачношћу у одређеном тренутку времена. Такође, процесом дијагностиковања стања техничког система обезбеђује се одржавање радног стања, утврђивање радног стања и контроле стања система.

Кључне речи: одржавање, рударске машине, дијагностика

Abstract: Maintenance of mining machines on the surface mine as a function of a part of the production process occupies an important place in the production system, especially in satisfaction of the biggest demands for aising of reliability and effects of the big system as the surface mine is. Therefore, maintenance and repair requirements primarily rational organization of maintenance and repair in order to maintain the technical system as long as in good condition or put in proper condition.

Technical diagnostics of mining machines, as part of the maintenance process allows monitoring the state of the technical system during operation, and allows to determine the technical condition of the component parts of the system with a given accuracy at a given moment of time. Also, the process of diagnosing the state of the technical system ensures the maintenance of working conditions, determining working conditions and control the state of the system.

Key words : maintenance, mining machines, diagnostics

САДРЖАЈ:

1. Увод.....	4
1.1. Основни подаци о ТЕ-КО Костолац.....	4
1.2. Основни подаци о фирми ПРИМ.....	6
2. Место и улога одржавања на површинском копу Дрмно.....	8
2.1. Примери уочених проблема код машинских склопова на машинама Површинског копа Дрмно са пратећим појашњењима.....	12
3. Узроци, последице и отклањање хаваријске хаваријске ситуације на редуктору радног точка багера СРс-2000 на Површинском копу Дрмно.....	17
3.1. Основни подаци о багеру СРс-2000/32 и редуктору радног точка.....	17
3.2. Хаваријске ситуације повезане са отказом редуктора радног точка или са отказом вратила радног точка.....	20
3.3. Припремни радови за извођење демонтажно-монтажних радова на багеру СРс-2000.....	21
4. Демонтажа редуктора радног точка.....	25
5. Монтажа редуктора радног точка.....	30
6. Планирање демонтажно-монтажних активности.....	31
6.1. Спецификација средстава потребних за извођење демонтажно и монтажних радова.....	33
6.2. Преглед радне снаге за демонтажно-монтажне радове на багеру СРс-2000.....	35

7. Мере безбедности и здравља на раду на хаваријској оправци редуктора радног точка багера СРс-2000.....	36
8. Предлози за побољшање постојећег система на површинском копу Дрмно.....	38
9. Закључна разматрања.....	40
10. Литература.....	41

1.УВОД

1.1.Основни подаци о ТЕ-КО Костолац

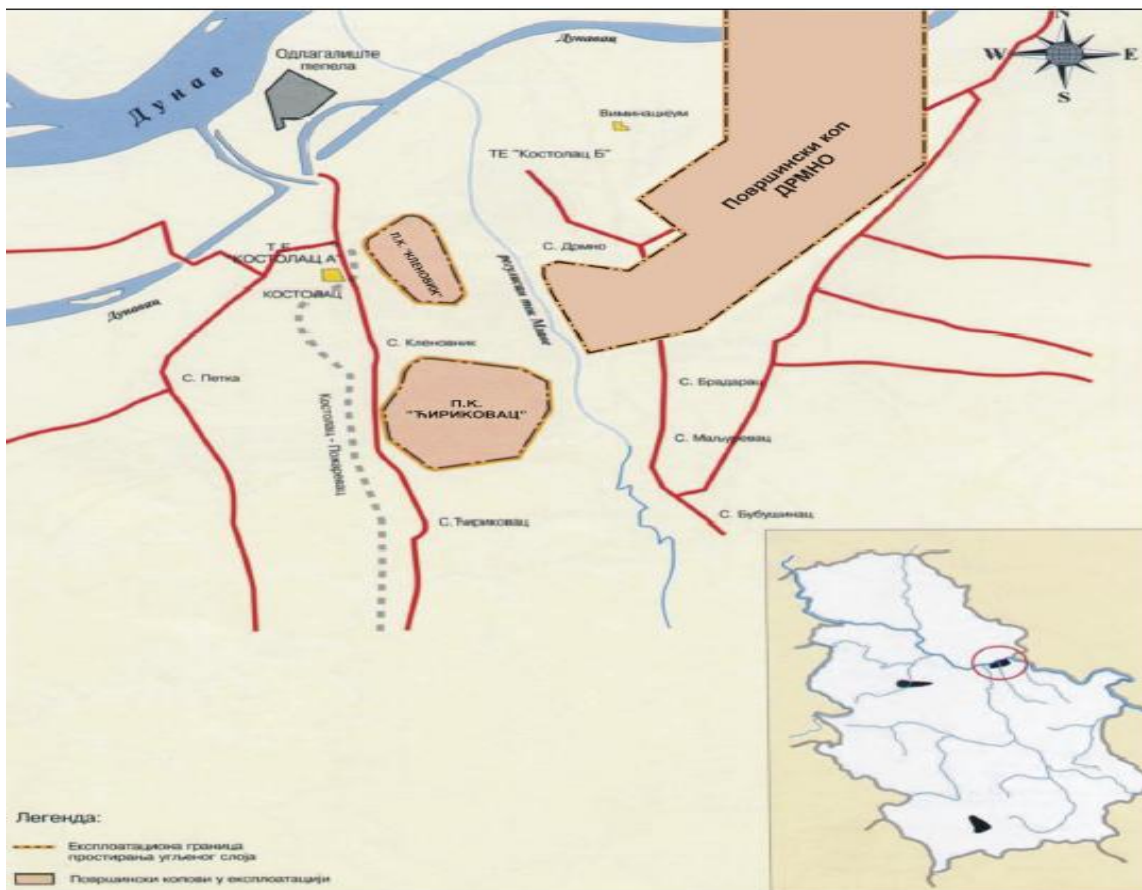
Термоелектране „Костолац“ су од уласка свог првог капацитета „Мали Костолац“ снаге осам мегавата, давне 1948.год., па до 1952.год. биле самостално предузеће. Септембра исте године долази до спајања рудника и електрана у јавно предузеће. Током свог постојања Термоелектране „Костолац“ су пролазиле кроз бројне фазе реорганизовања.

Године 1949. у производњу је укључен и први од четири турбоагрегата Термоелектране „Велики Костолац“ укупне снаге 44 мегавата. Од 1957.год. у погону су била сва четири турбоагрегата. Термоелектрана „Мали Костолац“ била је у експлоатацији до 1965.год. а турбоагрегати Термоелектране „Велики Костолац“, до 1970.год. Ови капацитети, у то време водеће Термоелектране српске електропривреде, у току експлоатације произвели су 3,6 милијарди киловатсати електричне енергије.

Одлуком Управног одбора Електропривреде Србије од децембра 1991.год. Термоелектране „Костолац“ постају Јавно предузеће за производњу електричне и топлотне енергије у комбиованим процесима. Термоелектране „Костолац“ су организоване у два дела предузећа са Дирекцијом. Део предузећа Термоелектране „Костолац А“ чине блокови од 100 MW (у погону од јула 1968.год.) и 210 MW (у погону од октобра 1980.год.); а део предузећа Термоелектране „Костолац Б“ стартовао је 1988.год., а други 1992. године. Блокови Б1 и Б2 су у паралелном раду од јануара 1993. године.

Термоелектрана „Костолац А“ налази се на десној обали Дунава у самом Костоцу, а „Костолац Б“ само неколико километара даље, на ушћу Млаве у Дунав (слика 1). Са 1000 MW инсталисане снаге Термоелектране „Костолац“ годишње произведу и до 5 милијарди KWh електричне енергије што чини 14% укупне производње електричне енергије у Србији.

Сировинску базу за производњу електричне енергије у Термоелектранама „Костолац“ представља Костолачки угљени басен који се простире на површини већој од 400 квадратних километара. Простор Стишке равнице и десне обале Дунава располаже значајним резервама угља.



Слика 1- Мапа са локацијом термоелектрана и површинских копова Костолац (Површински коп Дрмно је активан, док су површински копови Кленовник и Ћириковац угашени)

Организована производња угља у басену „Костолац“ почела је 1870 год. у јама „Стари Костолац“, а четири године касније отворен је и други рудник-јама „Кленовник“. Шездесетих година двадестог века обе јама су престале са радом. Тада је отворена и трећа јама „Ћириковац“, али је њен производни век трајао само 18 година. Коп Костолац, отворен је 1943 год. био је први површински коп у земљи. Године 1980. Обележен је почетак производње на површинском копу „Ћириковац“. У историји је као почетак експлоатације угља на Површинском копу „Дрмно“ ушао 30. април 1987.године. Копови Костолац остварују петину укупне производње угља у држави.

Од првог јануара 2006.год. Јавна предузећа Термоелектране и Површински копови, у оквиру процеса реструктурирања српске електропривреде, послују као Привредно друштво Термоелектране и копови Костолац д.о.о. Костолац.

ПД „ТЕ-КО“ Костолац запошљава око 3600 радника. Од укупног броја запослених, 12% су радници са високом и вишом струшном спремом, док 69%

чине квалификовани, висококвалификовани и радници са средњом стручном спремом.

Претежна делатност ПД „ТЕ-КО“ Костолац је производња термоелектричне енергије. Произведену електришну енергију ПД „ТЕ-КО“ Костолац испоручује ЕМС-у.

Основни задатак ПД „ТЕ-КО“ Костолац је континуирано и поуздано снабдевање привреде и становништва Републике Србије електричном енергијом (дефинисаног напона, фреквенције и других карактеристика), као и рационално и ефикасно коришћење природних ресурса.

1.2. Основни подаци о фирми ПРИМ

Фирма ПРИМ (скраћеница од: производња, ремонт и монтажа) са седиштем у Костолцу и у коме ради 690 радника, распоређених по радним јединицама. Од свог настанка од 1953 год. када се фирма звала „Радионица за одржавање“ па до 2005. год. ПРИМ је био интегрални део ТЕ-КО Костолац, међутим након реструктурирања ТЕ-КО Костолац функционише као самостална фирма при Агенцији за приватизацију. Као што је представљено у самом називу фирме, ПРИМ се бави производњом и регенерацијом резервних делова за термоелектране и површинске копове Костолац, као и ремонтом и монтажом рударске опреме на површинском копу Дрмно (ради се и веома мали проценат услуга за трећа лица).

ПРИМ своје делатности обавља преко радних јединица: ремонт и монтажа рударске опреме и механизације, израда челичних конструкција, машинска обрада, инвестиционо одржавање и заједничке службе.

ПРИМ производи одређени спектар производа, пре свега за потребе површинских копова и термоелектрана Костолац, између осталог ПРИМ производи: носеће и повратне ваљке за термоенергетску и рударску опрему, погонске бубњеве, челичну конструкцију, мање и средње сложености. Поред тога фирма ради и репарацију бубњева, кашика, радних кола, сервис електромотора и остале опреме.

Радна јединица ремонт и монтажа врши монтаже багера, одлагача, трачних транспортера, монтажа дизалица, монтажа индустријских објеката и челичне конструкције. Поред монтажних активности, ова радна јединица има битну улогу на површинском копу Дрмно везано за процес одржавања рударске опреме и механизације, а огледа се у следећем:

- Редовни годишњи ремонти на рударској опреми, који по свом обиму и значају могу бити са уобичајеном проблематиком, а могу бити и капитални ремонти који обухватају активности као што је демонтажа, репарација и монтажа виталних склопова багера.
- Хаваријске опреме које су када се нежељено догоде увек великог обима у сваком погледу: материјалном, временском, технолошком и конструкцијском.
- Током зимских месеци радници радне јединице ремонт и монтажа учествују у редовном машинском одржавању на површинском копу,
- Поред радова на површинском копу раде се активности у термоелектранама Костолац и то на позицијама одржавања: допреме угља, млинова, цевних система, арматура, електро филтера и др.

2. Место и улога одржавања на површинском копу Дрмно

Функционална шема површинског копа Дрмно састоји се од 5 јаловинских система (постављени су један изнад другог) који имају функцију откопавања јаловине и транспорт на одлагалиште и угљени систем (налази се на најнижој коти копа) који има функцију откопавања угља и транспорт преко дробилане до крајњег одредишта термоелектрана „Дрмно“ и „Костолац“, као и посебних багера ЕШ за локално откопавање „цепова“, било јаловине или угља, који не припадају ни једном од система већ се користе свуда где је то потребно. У основи сваки јаловински систем се састоји из следећих рударских објеката: багера (служи за откопавање), различити број трачних транспортера по систему (служи за транспорт материјала) и одлагача (служе за складиштење материјала на одлагалиште). Површински коп Дрмно тренутно у експлоатацији има 13 багера (8 роторних различите величине и капацитета (слика 2), 2 багера ведричара, као и 3 ЕШ багера, 5 одлагача различитог капацитета (сваки јаловински систем поседује по један одлагач) и 29 различитих трачних транспортера (за ширину траке Б-1400, Б-1600, Б-1800, Б-2000мм). Поред наведених рударских објеката, у саставу површинског копа је и Дробилана са својим објектима, а чији је задатак да уситни угаљ и да га складишти и попотреби дистрибуира угаљ до електрана.



Слика 2- Роторни багер СРс-400

Површински коп Дрмно у својој организационој шеми у свом саставу има текуће одржавање распоређено по службама (машинска, електро, рударска, помоћна механизација, одводњавање). Задатак ових служби је да својим деловањем обезбеди функционалан рад рударских објеката са што мањим бројем отказа и да се испуне планови о количини откривке и експлоатацији угља. Рударска служба је водећа служба и диктира рад свим осталим службама и на основу њених захтева се конципира рад осталих служби. Пошто је фокус овог завршног рада машинско одржавање, може се рећи да машинско одржавање на површинском копу између два ремонта своди се на евентуалну замену машинских склопова који су из неког разлога пред отказом, да се у периодичним интервалима замене хабајучи елементи на машинама (зуби кофица, облоге, точкови, папуче...) као и да обезбеди функцију подмазивања машинских склопова, односно да спречи заривавање. Све ове активности се спроводе у недељним сервисима.

На свим рударским објектима који су побројани раде се годишњи ремонти просечног трајања од месец дана (у зависности од дефектажних листи) све ремонте изводи Радна јединица из ПРИМа „Ремонт рударске опреме и механизације“. Ова радна јединица има значајну улогу у функцији одржавања површинског копа, јер благовременим дејством на замени и регенерацији машинских склопова обезбеђује рад рударских објеката. Након достављања дефектажних листи од стране руководећих лица машинске службе површинског копа, везаних за рударске објекте на којима треба да се одради ремонт, врши се сагледавање дефектажних листа и потребно је одрадити следеће:

- Потребно је да се предвиди потребни ресурси за успешно извршење ремонта. Ресурси се огледају у укупном броју извршиоца на ремонту и која врста механизације ће бити укључена у ремонт (најчешће су то аутодизалице различите носивости за демонтажу машинских склопова, превозна средства за транспорт машинских склопова до радионице; могу да буду камиони или трактори у зависности од габарита делова који се транспортују, цевополагачи; користе се демонтажу и транспорт масивних машинских склопова, ауто цистерне за прање радних површина и сл.).
- Врши се селекција из укупног састава радне јединице, број радника према својој квалификацији и према поседовању персоналних вештина (пословође, бравари, електролучни заваривачи, аутогени резачи метала, хидрауличари, НК радници и сл.) који ће радити на ремонту.
- Уколико у радној јединици не постоји довољан број радника или непостоји тражена квалификација, дешава се да се ангажују радници из других радних јединица унутар фирме или ређе из других фирми.

- Процењује се шта је за ремонт потребно од алата који би требало да се благовремено направе или купе.
- У заједничкој корелацији између двеју машинских служби, ПРИМа и површинског копа врши се селекција машинских склопова који се демонтирају о њиховој репарацији и да ли ће се оне репарирати на ремонтном плацу или у простору радионице, у зависности од степена сложености репарације, сложености транспорта или степена оштећења.
- На основу дефектажних листи, сагледавају се понуђена решења из документације (препоруче произвођача опреме приказане кроз каталоге опреме и сервисних листа), уколико оваква решења не постоје израђују се нови технолошки поступци за спровођење појединих активности. Постоје извесни проблеми који не могу да се решавају краткорочно већ решавање оваквих проблема изискује ангажовање стручних лица из установа као што је рецимо Машински факултет или лиценцирани пројектни бирои.
- Сагледава се величина ремонтног плаца са распоредом положаја радних органа и позиционирањем осталих срестава који учествују у ремонту.
- Израђују се елаборати за потребе инспекције на раду.
- Израђују се термин планови у којима су сагледане све операције из дефектажних листи са потребним ресурсима за њихово извршење.
- Процењује се да ли је могуће извести све операције у задатом року.
- У ремонтној сезони се упоредо са ремонтом који је у току паралелно ради на припремним пословима и анализама за наредни ремонт.

Из приложеног се види да вид одржавања рада рударских објеката на копу Дрмно преко годишњих емоната је изузетно комплексна материја, где је потребно поседовати разнолико познавање техничких склопова, примена алата и прибора у процесу рада, организационе способности и мора да се поседује знатно радно искуство на сличним пословима. На основу овога могу се препознати следећа проблематика приликом извођња ремонтних активности:

- Рударски објекти који се ремонтују су у изузетно лошем стању пред ремонт. Главни разлози за такво стање се у различитим аспектима: рударска служба у експлоатацији користи машине до својих крајњих граница издржљивости, јер им је једино примарно испуњавање планова, а секундарно превентивно одржавање, поједине машине су доста старе, а самим тим и подложне отказима.
- Сервиси који се одрађују у текућем одржавању не одрађују се довољно квалитетно, јер се одрађују ургентне активности, а не превентивне активности.

- Дешава се да у мањем или већем временском периоду нема сервиса, зато што се сервиси не проглашавају са стварним потребама, већ се прилагођавају рударским технолошким застојима.
- Време у периоду између две ремонтне сезоне када би требало радити на припреми и набавци резервних делова за машине се користи минимално, јер се касни са спровођењем јавних набавки и са ограниченим новчаним средствима, што понекад ни је довољно за елементарно одржавање (набавка мазивних средстава или набавка лежајева) !?
- У вези са претходном ставком може да се каже да у времену планирања, када су ограничена новчана средства одлаже се на неодређено време капитални ремонти за регенерацију опреме, као и већи захвати на рударским објектима где би се применила побољшања у квалитативном смислу, која уједно обухватају и примену нових технологија све са циљем повећања продуктивности и поузданости машина.
- Хигијена на машинама је у доста лошем стањуса бројним наслагама различитог материјала на машинским склоповима, што је недопустиво.
- Маchine на површинском копу раде у веома контаминираним окружењу где је стално присуство песка и воде које абразивно делује на машинске елементе у њиховој међусобној интеракцији.
- Због технолошких захвата који су често дискутабилни, рударске службе, машине које су масе и по неколико хиљада тона се транспортују на већим динстанцама као и под великим угловима земљишта, што неповољно утиче на возни механизам.
- Планови за редослед годишњих ремонта по системима се непоштују како је првобитно договорено, већ рударска служба по свом нахођењу мења редослед ремонта, што има крајњу последицу да се неможе одрадити адекватна припрема ремонта, већ се приступа импровизацијама. Овакав приступ решавању проблема у ремонтима је најблаже речено неозбиљан, а дугорочно гледано може да има озбиљне последице.
- Дефектажне листе које представљају базне референце за планирање ремонта су недовољно квалитетне, јер су писане уопштено и веома мали број активности су анведене са конкретним захтевима, док је већина активности написана под ставком контрола машинског склопа. Све контроле машинских склопова треба да се ураде у сервисима пре ремонта, јер уколико се делови машине контролишу у току ремонта често се долази до ситуација да у случају квара не постоји резервни део или треба много више времена за његову оправку.
- Механизација која је потребна за извођење ремонтних активности (пре свега дизалична средства) ни су ангажована у довољном броју и

ограничена су у својим карактеристикама (нпр. Носивост или дохват дизалице).

- Ремонтне активности се изводе најчешће у летњим месецима када су температуре преко 40°C, што само по себи неповољно делује на раднике који су ангажовани на ремонтима.
- Радници на ремонтима проводе по 12h сваког дана што неповољно делује на њихово психофизичко стање.

2.1. Примери уочених проблема код машинских склопова на машинама Површинског копа Дрмно са пратећим појашњењима

У пракси на површинском копу Дрмно могу се уочити бројне појаве отказа машинских склопова рударских машина као последица различитих проблема у функционисању службе одражавања машинске службе на површинском копу Дрмно. На следећим примерима из праксе се виде узроци, последице и предлози за превенцију појаве отказа на машинским склоповима:

Пример 1: Оштећења зупчаника на другом попречном снопу редуктора радног точка багера СРс-2000 (слика 3) представља највероватније продукт или раније лошег одрађеног озубљења између првог и другог попречног вратила, односно другог и трећег попречног вратила или је услед аксијалног померања вратила унутар редуктора дошло до очигледних оштећења профила зуба на оба зупчаника. Правовременом превентивном контролом где би се дијагностицирао овај проблем и благовременом реакцијом са поновним подешавањем озубљења зупчаника спречио тотални отказ редуктора, јер у случају оштећеног зуба зупчаника може доћи до његовог лома, а део зуба могао да се појави у сругом спрегу зупчаника што би проузроковало хаварију редуктора.



Слика 3- Оштећења зупчаника редуктора радног точка багера СРс-2000

Пример 2: Присуство земље у подручју рада зупчаника окрета одлагача А2 РсБ-7200 (слика 4), представља последицу оштећења заштите зупчаника окрета. У овом случају присуство земље на зупчанику има осим значаја да зупчаник је контаминиран земљом и у очигледном недостатку масти на зубима повећава хабање зуба зупчаника, има и други значај, а то је да присуством земље између великог и малог зупчаника дошло је до већег оштећења малог зупчаника (претходно је демонтиран), као и оштећења улежиштења вратила малог зупчаника (прстен изнад зупчаника). Санација овог проблема се огледа у следећем:

- уклањање наслага земље са свих површина,
- наваривање и стругарска обрада на лицу места оштећене површине улежиштења вратила малог зупчаника,
- израда новог вратила малог зупчаника,
- уградња новог малог зупчаника,
- израда и уградња нове заштите великог зупчаника,
- подмазивање свих машинских елемената у захвату.

Као што се види из приложеног у изостанку превентивне контроле заштите великог зупчаника дошло је до ланчаног отказа низа машинских елемената.



Слика 4-Присуство земље у подручју рада зупчаника окрета одлагача А2РсБ-7200

Пример 3: Хаварисан полумесец багера СРС-400 (слика 5). Полумесец на багеру представља машински елемент металне конструкције који својом конструкцијском изведбом по свом спољашњем ободу прати унутрашњи пречник радног точка или ротора и има сврху брисача који уклања земљане (или угљене) наслаге на радном точку и основна функција је да штити конструкцију радног точка који је вишеструко значајнији, а самим тим и компликованији за евентуалну санацију. Полумесец се профилима завртањском везом спаја са катарком радног точка. На примеру на фотографији је приказано знатно оштећење основне конструкције полумесеца услед појаве хабања облога и основног лима полумесеца, где је истовремено у коморама полумесеца уочљиво присуство земље. Ако у дужем временском року се дозволи присуство земље у коморама и у садејству са водом долази до даљег хабања основног лима, а самим тим и нарушавање геометрије полумесеца, а посредно долази и до оштећења конструкције радног точка. Начин санације оваквог проблема изискује радионичку репарацију и довођење конструкције у пројектовано стање, заменом основног лима, облога и санација профила. Овакав проблем се речава правовременим заустављањем рада машине, али постоји и дугорочно решење, а то је примена нових материјала за облоге, где се користе челици са израженом отпорношћу на хабање.



Слика 5- Стање полумесеца радног точка роторног багера СРС-400, као последица хабања

Пример 4: Оштећење на рукавцу погонског точка на багеру СРс-2000 (слика 6). Погонски точак је машински елемент који погони ланац гусеница (на багеру СРс-2000 постоје 8 погона транспорта, а самим тим и 8 погонских точкова) багера. Представља масивну челичну конструкцију са улежиштењем (клизни лежајеви) на основној конструкцији транспорта, а са редуктором транспорта је повезан преко круте спојнице завртањском везом. На приказаном примеру је очигледна храпава површина рукавца погонског точка, као последица лошег заптивања уследио је продор песка, а у међувремену су покидани водови централног подмазивања улежиштења. Начин санације овог проблема ради се на следећи начин:

- Улежиштење на основној конструкцији транспорта се наварује и стругарском обрадом се доводи у стање по документацији,
- Погонски точак се транспортује у радионицу наварује се и стругарском обрадом се доводи у стање по документацији,
- Клизни лежајеви се на основу изведених толеранцијских мера улежиштења и рукаваца погонског точка од припремног материјала израђују нови примерци,
- Након монтаже клизних лежајева и погонског точка ради се санација цевовода централног подмазивања и ради се заптивање клизних лежајева.

Закључак да би се избегла овако компликована санација овог проблема потребно је стално контролисати заптивеност и подмазаност погонских точкова.



Слика 6- Оштећење на рукавцу погонског точка багера СРс-2000 услед лошег подмазивања

Пример 5: Оштећење основне конструкције багера ЕРс-710 (слика 7) на радном органу багера представља један од најопаснијих видова у целокупној проблематици на рударским објектима у копу јер могу довести до несагледивих последица по статичку стабилност машине. Оваква оштећења на основној конструкцији се дешавају као последица из више разлога:

- Замор материјала као последица старости и похабаности машине,
- У контакту са склоповима који ротирају могу доћи страни елементи (остаци ролни, бунара, понтона, пањева, зуба, понтона и сл),
- Дугорочна наслага земљаног материјала,
- Неблаговремена обнова антикорозивне заштите основне конструкције и сл.

Наведени разлози наравно да могу превентивно да буду спречени: уклањањем свих непожељних елемената у зони рада багера, чишћење машина, ултразвучна провера критичних места на машинама или периодична антикорозивна заштита оновне конструкције.



Слика 7- Оштећење основне конструкције багера ЕРс-710

Из предходних примера може се закључити да постоји низ проблема у функционисању рударских машина на површинском копу и да је потребно применити низ нових регулатива из подручја одржавања, са циљем да се предупредје откази машинских склопова, па и целих система као што је багер, а самим тим и да се направе знатне уштеде у виду материјала, рударских застоја, броја радних сати на уклањању кварова.

3. Узроци, последице и отклањање хаваријске ситуације на редуктору радног точка на багеру СРс-2000 на површинском копу Дрмно

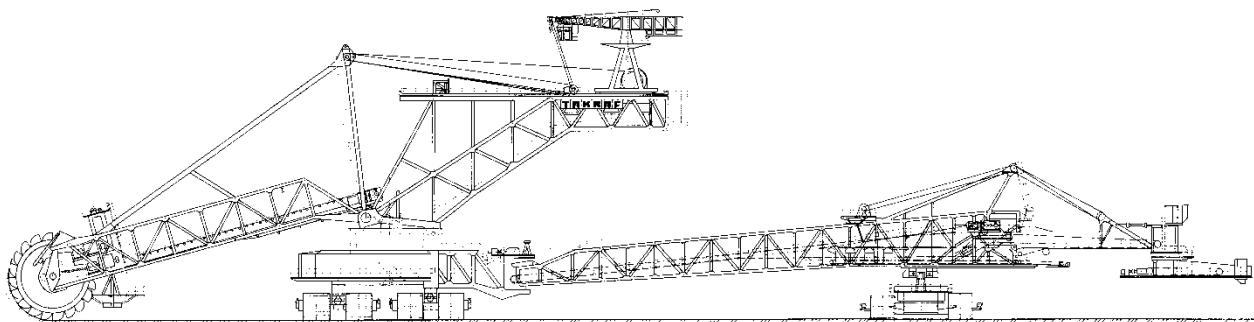
3.1. Основни подаци о багеру СРс-2000/32 и редуктору радног точка

Роторни багер СРс-2000/32 (слика 8) је рударска машина немачке производње фирме ТАКРАФ, представља самоходну машину континуираног дејства намењену за откопавање јаловине и корисне супстанце на површинским коповима.

Откопавање се врши ведрима (кофицама) које су равномерно распоређене и причвршћене на ободу радног точка (на багеру су уграђене 20 кофице). Истовремено се обртањем радног точка у вертикалној равни окретањем ротора стреле заједно са платформом у хоризонталној равни, свака ведрца откопава из масива одрезак који је одређен обликом и геометријским параметрима.

Обртањем роторног точка и наиласком пуних ведрца у зону истоварног сектора, материјал се празни из ведрца, предаје пријемном транспортеру на роторној страни и даље редом задњем истоварном транспортеру (укупан број транспортера на багеру је 4).

Код овога багера се, дакле, истовремено са откопавањем врши транспорт и утовар откопаног материјала у транспортна средства.

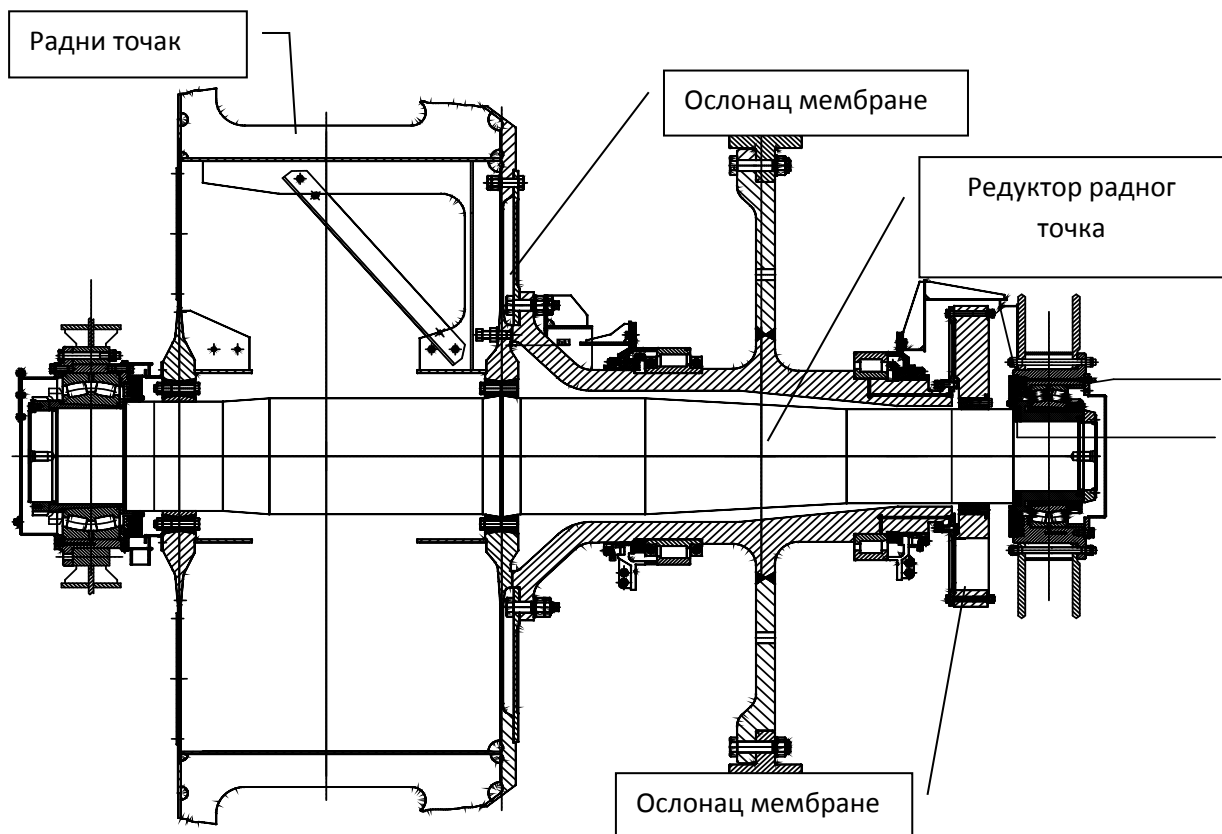


Слика 8-Скица багера СРс-2000/32

Радни (роторни) точак је најкарактеристичнији део багера по коме је и добио име.

Радни точак се састоји (слика 9):

- Носеће конструкције радног точака,
- Вретила са лежачевима,
- Ведрица (кофица) са резним елементима.



Слика 9-Скица склопа радни точак-редуктор радног точака багера СРс-2000

Под погонским механизмом радног точака подразумевамо:

- Редуктор радног точака,
- Спојнице преоптерећења (2 ком.),
- Електромотори (2 ком.).

Редуктор роторног радног точка служи за пренос снаге од погонских мотора на вратило радног точка при чему врши редукцију броја обртаја и повећава обртни момент. За овако велику редукцију потребан је редуктор са преносним односом $i=225$. Овакав преносни однос може се остварити вишестепеним редуктором.

Редуктор за погон радног точка је конусно-цилиндрични редуктор. Добре стране огледају се у једноставној и лако прегледној конструкцији, једноставном одржавању и ремонту. Недостаци се састоје у великој маси и великим габаритима.

Табела 1-Технички подаци везаних за редуктор радног точка и припадајућу опрему:

Назив склопа	Карактеристике
Услови коришћења-температура у окружењу	-25 до +40°C
Тип : Конусни чеони планетарни диференцијални редуктор	
Номинална снага	2x670 kW
Погонски номинални број обртаја	600-1000 min ⁻¹
Преносни однос	225
Погонски број обртаја	4,3 min ⁻¹
Погонски номинални момент	2908 kNm
Осигурани момент заносења	3720 kNm
Пузајућа вожња/број обртаја код оправке	0,9 min ⁻¹
Спојница преоптерећења, тип: ARPEX- сигурносне спојнице AKR11 /AR-EN 335-6 са диском кочнице	Φ710
Момент искључивања	1000 Nm
Кочница са диском тип RST2-80/6-710x30-AVN-KG са ELHY EB 800-60	
Момент кочења	3100 Nm
Мотори главног погона, тип: СЕВЕР	
Номинална снага	670 kW
Номинални број обртаја	1000 min ⁻¹
Укупна маса редуктора заједно са опремом	52000 kg

3.2. Хаваријске ситуације повезане са отказом редуктора радног точка или са отказом вратила радног точка

Тема дипломског рада је хаваријска оправка редуктора радног точка на багеру СРс-2000 на површинском копу Дрмно и као што је представљено на фотографији доле на једном од могућих отказа склопа радни точак-редуктор, на примеру лома вратила радног точка багера представља један од најдрастичнијих примера из праксе одржавања рударских објеката на површинском копу.



Слика 10-Хаваријско стање вратила радног точка

Други вид из праксе отказа склопа радни точак-редуктор радног точка је повећање зазора у улежиштењима улазних и попречних вратила редуктора, што је последица неблаговременог заустављања рада редуктора и замене лежајева који имају повећан зазор.

Трећи вид отказа редуктора је отказ стезних прстенова у малој мембрани која преноси обртни момент са редуктора на вратило радног точка.

Сваки од ових наведених разлога отказа редуктора представља велики проблем за поузданост целе машине као што је багер СРс-2000 јер као што се може предпоставити склоп редуктор-радни точак представља један од најзначајних склопова на читавом багеру, а ситуација као у првом случају код

лома вратила радног точка може да наруши статичку стабилност читаве машине, а најкатастрофалнији могући исход је лом читаве машине јер у статичкој равнотежи где се редуктор налази на највећем краку у односу на осу багера може доћи до тешке хаварије.

У даљем тексту ће се обрадити технологија замене редуктора радног точка и вратила радног точка, са приказом потребних ресурса за замену редуктора, као и хронологија активности од демонтаже до монтаже редуктора.

3.3. Припремни радови за извођење демонтажно-монтажних радова на багеру СРС-2000

Радови на припреми за демонтажу редуктора радног точка представљају све активности који са својим хронолошким редом од постављања багера на ремонтни плац и статичког осигурања од превртања справе па све до тренутка када редуктор може да се демонтира са вратила радног точка. По хронолошком реду припремни радови обухватају следеће активности:

Изградња прилазних путева плацу (градилишту) како би сва потребна механизација могла несметано да пиступи месту на којем се изводе демонтажно-монтажни радови.

Припрема плаца:

- Површину 150x60m насути шљунком у слоју од 0,3m.
- Површина испод радног точка димензија 50x50m, као и испод катарке противтега димензија 20x20m, насути каменом туцаником у слоју од 0,5m.
- Ове површине изравнати ваљцима.
- Извршити геодетску контролу хоризонталности целог плаца.
- Извршити проверу носивости тла (Површине испод радног точка и катарке противтега са минималном носивошћу тла од 200 KN/m²
- Обезбеђивање сталног напајања електричном енергијом јачине 380/220V са инсталисаном снагом 50KW.

Навођење багера на плац:

- Чишћење багера (ручно лопатама и машиско машином за прање)
- Навођење багера на плац.
- Скидање кофица са кофица багера укључивањем помоћног погона и то свих кофица уколико је потребна њихова замена, или само три кофице колико је потребно за ослањање радног точка. При овоме водити рачуна да отвори за улаз у тело радног точка буду приступачни.

Припремни радови за постављање и ослањање багера:

- Означавање центра испод катарке противтега (спусти се канап са тегом).
- Постављање дрвених прагова у зони катарке противтега. Простор између два реда дрвених прагова попунити песком.
- Постављање челичних плоча на прагове.
- Постављање хидрауличних дизалица (преса) 2х500t на припремљене прагове уз контролу растојања између преса од 9400mm, и геодетску контролу правца постављања преса.
- Хидрауличне дизалице осигурати од померања заваривањем граничних плоча (ребара). Хидрауличне дизалице су носивости од 500t, са пречником клипа 375mm и ходом од 175mm. Минимална висина притискивача је 625mm, а максимална 800mm. Дизалице поставити тако да при постављању монтажног ослонаца IV зазор између ослонаца и конструкције противтега буде око 600mm. Висина монтажног подупирача је 22620mm, а висина катарке противтега је 25227mm.
- Предмонтирати монтажни ослонац.
- Поставити монтажни ослонац на унапред означено место.
- Поставити терет (четири бетонске армиране плоче масе 1200kg) за анкерисање монтажног ослонаца IV.
- Подићи помоћу два цевополагача и аутодизалице монтажни ослонац масе 18600kg на хидрауличне дизалице. Цевополагачи носе крајеве који долазе на хидрауличне дизалице, док се аутодизалицом подиже онај крај ослонаца који се везује за конструкцију катарке противтега (слика 11). Ова активност представља једну од најопаснијих активности у читавом процесу демонтаже редуктора радног точка јер због статичке стабилности багер мора да се ослони на вертикални ослонац, а са друге стране да би се то постигло радници морају да раде на висини од преко 27м и да у једном тренутку морају да изађу из заштите корпе-дизалице и повежу вертикални ослонац завртањском везом са чворним лимом конструкције катарке противтега.



Слика 11-Приказ подизања вертикалног носача и спајања са основном конструкцијом противтега багера

- Проверити вертикалност постављеног ослонца.
- Након постављања ослонца на хидрауличне дизалице анкерисати ослонац помоћу унапред постављених челичних ужади, за терет и за редукторе погона гусеница.
- Челичним профилима осигурати померање ослонца са преса.
- Заокренути горњу градњу у демонтажни положај.
- Искључити електропогоне транспорта и кружног кретања багера.
- Блокирати клиновима доње тркаче гусеница (12 клинова).

Ослањање багера:

- Подизање монтажног ослонца IV док се не доведе у контакт са конструкцијом противтега.
- При подизању олабавити челичну ужад дизалицом са галовим ланцима како би ослонац могао да се подигне, а потом опет затегнути ужад.
- Спојити завртњевима монтажни ослонац и конструкцију катарке противтега.
- Померити багерски кран у крајњи положај и анкерисати.
- Монтирати осмице на расподелној плочи у ремонтни положај (везати осмице у горњи положај).

Постављање ослонца у зони радног точка:

- Поставити дрвене прагове у зони радног точка и у зони редуктора радног точка. Празан простор попунити песком и одозго насути песак у слоју од око 50mm.
- Поставити челичне плоче на прагове.
- Поставити ослонце висине 2m (2 ком.) испод редуктора са прдње стране (испод осовине радног точка) и i 3m (3 ком.) испод задње стране редуктора.
- Спустити радни точак и поставити прибор за ослањање радног точка на хидрауличне дизалице.
- Поставити хидрауличне дизалице испод радног точкаPostaviti hidraulične 4x100t и испод редуктора радног точка (испод осовине) 2x50t.

4. Демонтажа редуктора радног точка

Да би се демонтирао редуктор радног точка морају да се одраде низ предактивности од растеређења лежајева вратила радног точка, уклањање елемената који ометају демонтажу редуктора и на крају демонтажа редуктора помоћу ауто дизалица. Хронолошки ред активности за демонтажу редуктора изводи се на следећи начин:

Припремни радови:

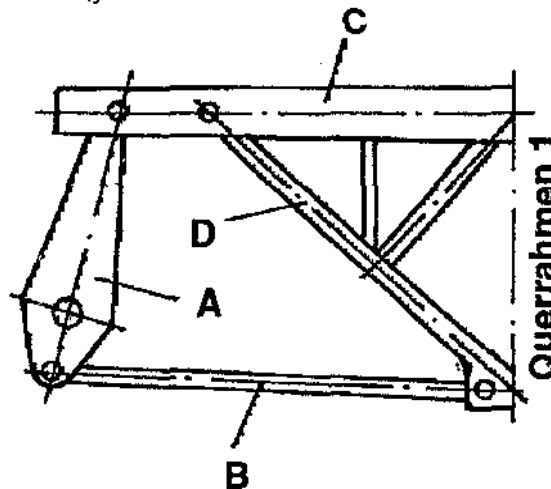
- Спустити стрелу радног точка у контакт са хидрауличним дизалицама испод радног точка.
- Искључити све остале погоне багера.
- Анкерисати радни точак са 4 челична ужета за терет од 4.8t (4 армиране бетонске плоче) за зид II и са 2 ужета за конструкцију катарке радног точка.
- Осигурати ослонце испод редуктора радног точка челичним профилима (укрутити конструкцију и онемогућити раздвајање ослонаца).
- Демонтирати горњи погонски електромотор са хидродинамичком спојницом.
- Демонтирати доњи погонски електромотор са хидродинамичком спојницом уз предходну демонтажу горњег газишта.
- Испустити уље из редуктора (око 1300l). Потребно је црево Ø45mm, дужине 8÷10m са прикључком 6/4".
- Демонтирати заштитне лимове изнад погона копања као и преостала газишта у зони редуктора.

Растеређивање лежајева осовине радног точка:

- Демонтирати поклопац на слободно лежају.
- Демонтирати поклопац на крутом лежају.
- Монтирати хидрауличне инсталације, електропумпу и разводни сто.
- Активирати свих 6 хидрауличних дизалица испод радног точка и редуктора радног точка и до растеређивања лежајева. Мере се зазори на крутом и слободном лежају док се не растерете.
- Анкерисати редуктор са 2 челична ужета за конструкцију катарке радног точка изнад задње везе редуктора.
- Затегнути челичну ужад којима су анкерисани редуктор и радни точак, дизалицом са галовим ланцима.
- Проверити оптерећење монтажног ослонца IV (носивост оба његова стуба је по 180t).

Демонтажа штапова А и В зида:

- Уклањање плочица за осигурање са осовина које држе штапове А и В.
- Препакovati поставити скелу за рад испод штапа В.
- Демонтажа осовине између штапова А и В (доња страна штапа А-слика 12). Поставити на месту осовине пресу од 20t између редуктора и штапа А. Заварити ушцу за редуктор радног точка, провући челично уже и дизалицом са галовим ланцем притезати штап А према редуктору. Другом ручном дизалицом провученом кроз ушку за ношење целог редуктора са једне стране и за отвор кућишта лежаја штапа А са друге стране центрирати штап у односу на осовину радног точка. Са друге стране осовине поставити завртањ са ушицом, провући малотне са челичним ужетом за извлачење осовине. Активирати пресу, извући осовину и аутодизалицом је уклонити на одређено место на плацу.



Слика12-Положај штапова А, В, С и D

- Демонтажа осовине између штапова А и С (горња страна штапова). Заварити ушцу за тело радног точка и поставити завртањ са ушицом на отвор осовине. Заварити ушцу за штап А (на горњем делу) за ношење штапа А. Дизалицом са галовим ланцем од 5t, закаченом за ушцу на радном точку и за завртањ са ушицом, извлачити осовину. Након извлачења уклонити штап А аутодизалицом. Уз помоћ још једне дизалице са галовим ланцем притезати и отпуштати штап А како би се онемогућило љуљање при скидању са осовине радног точка.
- Демонтажа осовине између штапова В и D (задња страна штапа В). Након уклањања штапа А, штап В ослонити на ослонце испод редуктора радног точка. Уз помоћ хидрауличне дизалце од 20t и специјалног алата везаног завртњима за штап D потискивати осовину. При томе ручном дизалицом везаном за конструкцију катарке радног точка притезати и попуштати штап

D. Након ослобађања и ове везе штап В се извлачи из конструкције рама I и са две аутодизалице одлаже на дрвене прагове на плацу.

Демонтажа слободног лежаја 23080K:

- Подигнути скеле за рад на демонтажи лежаја.
- Одвити прстенасту навртку.
- Уклонити навртку затезе чауре (хилзне).
- Поставити редуцир навртку Tr 400x5/Tr 420x5.
- Поставити хидрауличну навртку на редуцир навртку, са клипом окренутим супротно од лежаја. Везати плочу завртњима M24 за кућиште лежаја и плочу завртњем M42 за рукавац осовине радног точка.
- Активирати хидрауличну навртку (притисак око 250bara) која одупирањем у плочу повлачи затезну чауру и ослобађа лежај.
- Уклонити плоче, хидрауличну навртку и редуцир навртку.
- Демонтирати кућиште уз помоћ завртњева користећи постојеће рупе са навојем за демонтажу. Ручном дизалицом држати кућиште у оси, а другом извлачити кућиште. Кроз заварене ушице провући малотне и челичну ужад и аутодизалицом уклонити кућиште на већ унапред припремљене прагове на плацу.
- Уклонити затезну чауру.
- Уклонити чауру са осовине радног точка уз помоћ специјалног алата и хидрауличне дизалице од 50t. Уколико није могуће уклонити је на овај начин, исту исећи и уклонити са осовине.
- Демонтирати лабиринтски прстен и лабиринтску чауру

Демонтажа редуктора радног точка са вратила радног точка:

- Демонтажа задње везе (улежиштења) редуктора радног точка. Заварити ушице за плоче, демонтирати завртњева и ручним дизалицама одвојити плоче, а затим и сферни ослонац скинути са осовине. Уклонити све демонтиране делове.
- Провући алат за ношење редуктора кроз отвор за вешање целог редуктора на његовој задњој страни и заварити плоче за осигурање. Челично уже за ношење редуктора је Ø32mm дужине 20m.
- Поставити 2 челична ужета Ø60mm дужине 4 метар и 4 малотне носивости 16t на места која су од произвођача одређена за ношење целог редуктора са предње стране.
- Демонтирати 30 завртњева за тачно налегање M36 (Ø38k6) уз помоћ хидрауличне дизалице од 20t.
- Заокренути редуктор за око 18° око осовине радног точка, да код свлачења не би више сметао кроз челичну конструкцију.
- Отпустити челичну ужад којима је анкерисан редуктор.
- Редуктор прихватити и лагано подићи аутодизалицама.
- Отпустити хидрауличне дизалице испод редуктора радног точка.

- Поставити дрвене прагове на ослонце испод редуктора радног точка.
- Извлачити редуктор док челично уже не дође до конструкције штапа С, затим спустити редуктор на шине и пребацити крај ужета на другу страну штапа С.
- Поново подићи редуктор уз још једно спуштање, како би се у други крај ужета пребацио преко штапа С.
- Скидање редуктора са вратила уз притезање и отпуштање ручним дизалицама како се редуктор не би њихао и одлагање редуктора на дрвене прагове на плацу (слика 13).



Слика 13-Приказ демонтаже редуктора радног точка са вратила

- Демонтажа носача задње везе са редуктора ради монтаже на репарираном који се монтира на багер.

Демонтажа вратила радног точка:

Након демонтаже редуктора радног точка приступа се припремним радњама и самој демонтажи осовине радног точка (слика 14) која се ради на следећи начин:

- Ослонити братило на месту где је био редуктор на припремљени челични подупирач,
- Помоћу хидраулине навртке уклонити други ослонац братила (лежај),
- Демонтирати стезе редукторе користећи хидраулични кључ,
- Користећи аутодизалицу и помоћу ручних дизалица извући осовину из радног точка и одложити на дрвене прагове на монтажни плац.



Слика 14-Вратило радног точка након демонтаже редуктора радног точка

5. Монтажа редуктора радног точка

Након репаратурних радова извршити обрнутим редоследом монтажу свих демонтираних склопова. Овде ће бити наведене само специфичне операције.

Након монтаже осовину радног точка треба третирати у подручју лежишта редуктора молибден-сулфидом (MOS_2). Након монтаже лабиринтског прстена и чауре, редуктора радног точка и штапова А и В главног зида I, приступа се монтажи слободног лежаја лежаја.

Монтажа лежаја 23080К:

- Затезну чауру лако подмазати и чауру са венцем навући на осовину.
 - Лежај распаковати и проверити радијални зазор који треба да је у границама $0,30 \div 0,40\text{mm}$.
 - Уградити кућиште, и на одстојни прстен ширине 40mm поставити отвор кућишта.
 - Ваљке лежаја благо подмазати.
 - Поставити лежај, и до краја угурати чауру са венцем.
 - Поставити редуцир навртку на затезну чауру.
 - Поставити хидрауличну навртку Tr 420x5 на редуцир навртку са клипом окренутим ка лежају.
 - Повезати хидрауличну инсталацију (прикључак на хидрауличној навртци $1/4''$).
 - Дати преитисак уљу (активирати хидрауличну навртку).
 - Проширење унутрашњег прстена проверити (дозвољено $0,17 \div 0,23\text{mm}$)
 - Преостали радијални зазор проверити (најнижа дозвољенљ мера после уградње износи $0,13\text{mm}$).
 - Проверити аксијална померања затезне чауре (од $2,5 \div 3,5\text{mm}$)
 - Скинути хидрауличну навртку и редуцир навртку.
 - Навртку затезне чауре поставити и јако притегнути.
 - Проверити још једном зазоре лежаја.
 - Поставити прстенасту навртку за осигурање на осовини и осигурати је.
- Након овога приступити осталим пословима као што су: постављање носача електромотора, електромотора, кочница, сигурносних уређаја, степеништа, рукохвата...

Уклонити ослонце испод радног точка и катарке противтега, монтирати осмице на расподелној плочи у радни положај и извршити све потребне пре пуштања багера у рад.

6. Планирање демонтажно-монтажних активности редуктора радног точка

Да би се успешно обавиле демонтажно-монтажне активности, потребно је пажљиво испланирати хронолошки распоред активности са временским трајањем, потребним радницима и потребном механизацијом (табела 1).

Из таблице се види да прве 4 активности извршавају рударска и електро служба и представљају логистичку подршку за даљи рад машинске службе. Машинска служба за сваку операцију има различити број радника и свака активност има различито временско трајање. Комбиновањем радника и њихових персоналних вештина (рад на висини, заваривачки радови, рад са сложеним алатима и сл.) остварује се функционалан и безбедан след хронолошких активности на демонтажно-монтажним активностима на редуктору радног точка.

Приликом спровођења демонтажно-монтажних активности потребно је коришћење механизације, пре свега дизалична средства, ауто-дизалице својим карактеристикама (носивост и висина дохвата) мора да одговоре задатим захтевима, који се огледају у следећем:

- Дизалица која се користи са предње стране редуктора мора да поседује носивост од минимум 80т,
- Дизалица која се користи са задње стране редуктора мора да поседује носивост од минимум 40т,
- Дизалице за подизање монтажног ослонца испод противтега морају да имају дохват куке од минимум 35м и минималну носивост од 50т,
- За остале активности приликом припремних радова користе се дизалице носивости од 20 до 30т.

Табела 2- Демонтажно-монтажне активности на замени вратила и редуктора радног точка багера СРС-2000.32

Ред бр.	Назив активности	Час. рада	Број радника	Потребна механизација
1	Изградња прилазних путева	16	Рударска служба	Булдожер, гредер
2	Припрема ремонтног плаца	16	Рударска служба	Камиони, гредер, ваљак
3	Демонтажа свих каблова у зони редуктора	24	Електро служба	Дизалица и дизалица са корпом
4	Чишћење багера	24	Рударска служба	Машина за прање, цистерна
5	Демонтажа кофица	8	4	Аутодизалица
6	Навођење багера на плац	5	5	
7	Састављање ослонаца IV	48	6	Дизалице
8	Остали послови око ослањања багера	24	10	Цевополагач, дизалица, дизалица са корпом
9	Ослањање радног точка	4	6	Дизалица
10	Постављање ослонаца радног точка	12	6	Цевополагачи, дизалице, дизалица са корпом
11	Припремни радови на демонтажи редуктора	24	6	Autodizalica, traktor
12	Растеређивање лежаја	12	8	Аутодизалица
13	Демонтажа штапова А и В	12	8	2х аутодизалица
14	Демонтажа слободног лежаја	8	6	Аутодизалица
15	Демонтажа задње везе редуктора	8	4	Аутодизалица
16	Демонтажа редуктора	8	8	2х аутодизалица, дизалица са корпом
17	Демонтажа осовине редуктора	12	12	2х аутодизалица
18	Монтажа вратила радног точка	16	10	Аутодизалица
19	Монтажа редуктора радног точка	24	8	2х аутодизалица, дизалица са корпом
20	Монтажа свих елемената који су демонтирани да би се обезбедила демонтажа редуктора	96	10	2х аутодизалица, дизалица са корпом, цевополагачи
21	Рашчишћавање ремонтног плаца	8	5	Аутодизалица, трактор

6.1. Спецификација средстава потребних за извођење демонтажно и монтажних радова

Да би се успешно обавиле активности на демонтажи елемената радног точка мора да се поседује адекватан алат и прибор. Алати и прибори се набављају и допремају на ремонтни плац непосредно пред почетак оправке. Алат мора да буде поуздан и нема места импровизацијама, јер се мора сачувати безбедност радника и саме справе. Неке и од алата, мисли се пре свега на монтажни подупирач који се монтира испод противтега на ремонтни плац се испоручује у деловима и на лицу места се монтира помоћу дизалица поштујући геометријску стабилност подупирача. Алат и опрема који се користе су:

Потребан алат

- Виљушкasti и окасти ударни кључеви од 55 до 85,
- Гарнитура насадних кључева 42 ÷ 85,
- Хидраулични кључ за завртњеве редуктора,
- Пнеуматски пиштољ за одвртање 24 ÷ 42,
- Клешта за фуговање,
- Комплет за оксигенско заваривање (3 комплета),
- Боце оксигена (10 ком.) и ацетилена (5 ком.),
- Графитне електроде за фуговање Ø6 i Ø8 (20 ком.),
- Ручна дизалица носивости 5t (2 ком.),
- Ручна дизалица носивости од 3.2t (6 ком.),
- Апарат за електрозаваривање (2 ком.),
- Гарнитура браварског алата (4 ком.),
- Чекићи од 5кг и 3кг (по 2 ком.)

Опрема за осигурање багера и делова који се демонтирају

- Дрвени прагови (храстови II класа) 240x260x2000 mm (200 ком.),
- Дрвени прагови (храстови II класа) 240x260x3000 mm (170 ком.),
- Монтажни подупирач IV (испоручен уз багер),
- Покретни терет-тегови од 2,5t (6 ком.),
- Цев Ø40x80 (8 ком.),
- Челични лим 1500x1500x30 mm (4 ком.),
- Челична ужад Ø20 x 35000 mm (4 ком. са 24 жабица)
- Челична ужад Ø16 x 10000 mm (2 ком.),
- Челична ужад Ø16 x 15000 mm (2 ком. са 30 жабица),
- Челична ужад Ø16 x 3500 mm (3 ком. са 12 жабица),

- Хидрауличне дизалице са прикључцима и осигуравајућим наврткама носивости:
- Хидраулична дизалица носивости 500t (2ком.)
- Хидраулична дизалица носивости 200t (1ком.)
- Хидраулична дизалица носивости 150t (2ком.)
- Хидраулична дизалица носивости 100t (3ком.)
- Хидраулична дизалица носивости 50t (3ком.)
- Грађевинске цевне скеле 100 m²
- Даске од 2“ за скелу 1.5 m³

Дизалична средства за демонтажу и монтажу

- Аутодизалица носивости 80t,
- Аутодизалица носивости 40t,

Челична ужад са 2 омче и малотне

а) Челична ужад

- носивости 24t, L=8m, 2 ком.
- носивости 20t, L=4m, 4 ком.
- носивости 10t, L=4m, 4 ком.
- носивости 5t, L=4m, 4 ком.

б) Малотне

- носивости 30t, 2 ком.
- носивости 20t, 4 ком.
- носивости 5t, 2 ком.

Компресор

6.2. Преглед радне снаге за демонтажно-монтане радове на багеру СРс-2000.32

За радове на багеру потребна је обучена радна снага која има искуства на сличним пословима. У прегледу радне снаге су дати само чланови машинске службе која учествује у радовима на багеру. Подједнако је важан сваки од чланова екипе јер свако има своју улогу у извођењу активности. Руководилац радова је вођа пројекта и има улогу надзорно-техничку улогу, односно да разради све операције кроз техничку документацију и да обави надзорну улогу да се све операције спроведу на исправан и безбедан начин. Пословођа спроводи микроорганизацију унутар групе и да остале чланове екипе по дневном распореду активности на багеру распореди по својим способностима.

Табела 3- Потребна радна снага за демонтажно-монтажне радове на замени вратила и редуктора радног точка багера СРс-2000.32

Ред. број	Назив извршиоца	Број извршиоца
1	Руководилац радова	1
2	Машински пословођа	1
3	ВКВ бравар	3
4	КВ бравар-монтер	6
5	КВ заваривач	2
6	ВКВ електричар	2
7	ПК радник	4

Σ 19 радника

Ово је минималан број радника на оправци за дневно радо време од 12h, број радника може и бити већи у случају да се на оправци уводи сменски рад.

7. Мере безбедности и здравља на раду на хаваријској оправци редуктора радног точка багера СРс-2000

Сходно одредбама Закона о рударству, безбедности и здравља на раду, Закона о заштити од пожара, као и Правилника безбедности и здравља на раду за ПД „ТЕ-КО Костолац, као и Правилника о заштити на раду при извођењу грађевинских радова, Правилника о техничким нормативима за дизалице, као и Правилника о безбедности машина, мере заштите које треба применити при демонтажи и монтажи редуктора радног точка багера СРс-2000:

- Обезбеђење градилишта према околини;

Простор на коме се налази багер је посут шљунком дебљине 30цм, а простор испод радног точка каменим туцаником дебљине 50цм. Обим плаца на коме се налази багер је осветљен потребним бројем сијаличних места прописане јачине које ће бити лоциране према пројекту осветљења демонтажног плаца, границе демонтажних плаца према околини означене су траком.

- Изградњу и уређењу простора за чување опасних материјала;

Опасне (експлозивне) и лако запаљиве материје, отровне и јетке (неопходне за нормалан рад на пословима демонтаже) чувају се у просторијама које су у ту сврху изграђене.

- Начин заштите од пада са висине;

Сви радови који се изводе на висини већој од 150цм сматрају се радовима на висини, те се адекватно томе предузимају посебне мере. Мере за безбедност радника обухватају применом скела-платформи, а на местима где то није могуће због конфигурације основне конструкције, радници се обавезно везују сигурносним појасевима.

- Одређивање радних места на којима постоји повећана опасност по живот и здравље;

Обуком радника из заштите на раду и противпожарне заштите врши се едукација радника, како је предвиђено програмом за обучавање радника из области заштите на раду и заштите од пожара. Повећана опасност по живот и здравље на важи за следеће активности на ремонтном плацу: рад са дизалицама, везивање терета, заваривање и сечење метала,

- Организација прве помоћи на градилишту;

Евентуално указивање прве помоћи повређеном раднику обављаће лице из редова монтера које је посебно од стране надлежног Дома здравља обучено за пружање прве помоћи. Евентуално повређена лица након указане прве помоћи превозе се дежурним колима или ако то захтева стање радника превоз се врши санитарним возилом у надлежни дом здравља.

- Начин обележавања нарочито угрожених места на градилишту;

У циљу постизања нормалног и безбедносног кретања запослених, демонтажни плац осветљен је потребном јачином светлости. Пuteви по којима су положени кабловски водови морају бити видљиво обележени као опомена да постоји опасност. Сва евентуала удубљења у кругу демонтажног плаца која су неопходна за обављање демонтажних радова ограђена су сигурносном оградом висине до 1м.

- Превоз радника;

Превоз радника до места и од места рада изводи се камионом за масовни превоз или теренским возилом.

- Мере противпожарне заштите;

У циљу обезбеђења заштите људи и имовине од пожара, врши се процена угрожености од пожара, организација ватрогасне делатности, систем и начин обавештавања. Такође се одређује поступак у случају пожара, техничка опрема и средства за гашење пожара. Утврђује се могућ узрок пожара, снабдевање водом, обезбеђење путева за пролаз и прилаз. Прописују се грађевинско-техничке и друге мере заштите од пожара и начин интервенисања при гашењу насталих пожара.

- Књига надзора са документацијом и поступком упознавања;

На градилишту постоји књига надзора у коју се уносе наређења инспекцијских органа, наредбе директора, техничког директора, руководиоца оперативе, управника градилишта у вези заштите на раду, извештај о уоченим недостацима из заштите и противпожарне заштите од стране референта заштите на раду и противпожарне заштите.

8. Предлози за побољшање постојећег система на површинском копу Дрмно

Комплексан систем као што је површински коп захтева организовано и поуздано машинско одржавање, у коме број и трајање отказа треба бити сведено на минимум. У оквиру ове тематике може се побројати низ предлога који могу довести до квалитативног побољшања система одржавања и то:

- Потребна је едукација свих структура радника у организацији рада на основном одржавању и на ремонтним активностима са циљем колики је значај ефикасног спровођења система одржавања, а са крајњим циљем да се створе уштеде у следећем: повећа поузданост система, повећа безбедност радника у експлоатационим условима површинског копа, оствари уштеда материјала, смање временско трајање застоја, предвиди појава отказа, смање новчани издаци... Едукација се може спровести одржавањем семинара на којима би се еминентни стручњаци из сфере одржавања пренели своја искуства и са научног аспекта помогли у решавању уочене проблематике.
- На површинском копу потребно је створити објективни ланац одговорности свих радника, како у процесу експлоатације тако и у процесу одржавања рударских објеката на површинском копу. Такође мора се спровести ланац одговорности од водећих менаџера (директора) до последњег радника на површинском копу. Тренутно стање на површинском копу је да је систем руковођења јако компликован јер у хијерархији постоји велики број надзорно-техничког особља, где је нејасно које зашта одговоран, ово би требало поједноставити и поставити јасну хијерархиску одговорност и у експлоатацији и у одржавању. Повећан степен одговорности се постиже применом књиге евиденције на машинама, где би се строго дефинисало, ко је и шта урадио, по чијем налогу урадио и да се то на крају верификује потписом одговорних лица. У случају појаве евентуалног отказа, прегледом књиге евиденције утврдила би се одговорност лица зашто је дошло до отказа појединог машинског склопа.
- Потребно је да се строго дефинишу интервали сервиса на површинском копу, где би се јасно одредило шта се у сервису контролише, а на чему се врше превентивне радње на спречавању отказа. Приликом спровођења сервисних активности мора се унустити све радње и сва запажања у сервисне књиге. Из сервисних књига би се лако дефинисале активности које се морају урадити у годишњим ремонтима.

- Потребно је у дужем временском периоду на 10 до 15 година због старости машина да се одраде капитални ремонти на којима би се на виталним склоповима одрадила ревитализација. Улагања у капиталним ремонтима би се вишеструко исплатила кроз повећање поузданости машина.
- За побољшање система одржавања потребно је имплементирати нове технологије у праћењу система као што је нпр. Перманентно праћење вибродијагностиком ротирајућих елемената или праћење квалитета мазива и сл.
- У процесу одржавања на површинском копу, потребно је набављати и уграђивати што квалитетније материјале отпорне на хабање (основни експлоатациони проблем на површинском копу), као и набавка квалитетнијих лежајева и мазива.
- Потребно је ограничити улогу рударске службе на површинском копу, јер је њихов примарни циљ немилосрдна експлоатација рударских објеката, а секундарни циљ систем одржавања.
- На површинском копу је свеприсутна појава воде која у садејству са песком абразивно делује на машинске склопове, правилном применом службе одводњавања би се елиминисао погубан утицај воде (у месецу јулу 2014. године дошло је до катастрофалне поплаве угљеног система на површинском копу Дрмно, где је више рударских машина потопљено и потребно је вишемесечно отклањање последица проузрокованих поплавом).
- Применом унификације и стандардизације резервних делова рударских објеката оствариле би се знатне уштеде у планирању и набавци резервних делова.
- Бољом регулацијом транспортних путева кроз површински коп, остварила би се могућност за брже интервенције на отклањању отказа.

9. Закључна разматрања

У компанију као што је површински коп уложено је само у основним средствима и по неколико милиона евра и у оваквом систему функција одржавања мора да има велику улогу у поузданости система. Систем одржавања данас можда нема толику улогу коју апсолутно заслужује у исправном раду рударских објеката на површинском копу, али ширењем свести код свих структура радника који учествују како у производњи, тако и у одржавњу оствариле би се знатне уштеде у сваком погледу, дугорчно гледано.

На примеру хаварије редуктора радног точка багера СРС-2000/32 на површинском копу Дрмно јасно се види колико је потребно: знања, новчаних и материјалних ресурса, компликована технологија и временског застоја услед отказа редуктора да би се отклониле последице услед отказа. Да би се предупредио отказ редуктора потребно је применити следеће мере:

- Потребно је перманентно праћење свих ротирајућих елемената редуктора методом вибродијагностике, применом фиксних сонди које би се уградиле у кућиште редуктора. Овом методом би се у сваком тренутку знало стање свих лежајева и њихових котрљајних тела и тачно би се утврдила појава отказа лежаја. Превентивном заменом лежаја у планираном застоју спречио би се отказ целог редуктора.
- У редовним сервисима или у годишњем ремонту би се превентивно одрадила ултразвучна провера вратила радног точка и контрола стезног прстена мале мембране, чиме би се дијагностичким методама утврдила појава иницијалних прслина вратила радног точка или лабавост или евентуални лом стезног прстена.
- Редуктор радног точка као витални део багера СРС-2000 потребно је да у будућој књизи евиденције на багеру или у сервисној књизи потребно је да има посебан одељак у коме би се евидентирала свака промена у његовом раду било визуелна или као последица неких од метода дијагностике.

Било која од наведених метода представља унапређење у функционисању, праћењу и поузданости редуктора радног точка са крајњим циљем да се предвиди могућа појава отказа неког од машинских елемената у самом редуктору или уско посредно-последично повезаног са системом радни точак-редуктор радног точка багера СРС-2000. Потребно је у машинском одржавању овог система на сталном унапређивању применом нових технологија и знања.

10. Литература

- *Архива површинског копа Дрмно.*
- *Каталог резервних делова за багер СРС-2000/32.*
- [1] Тодоровић П., Јеремић Б., Мачужић И., *Техничка дијагностика, Универзитет у Крагујевцу, 2009*
- [2] *Основи одржавања, Скрипта, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2014*