

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Основи одржавања

Број индекса: 726/2014

Чеда М. Ристивојевић

**Технологија одржавања роторног багера SRs 1200 на
површинском копу Колубара „Поље Б“**

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Петар Тодоровић - ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру задате теме, завршни рад треба да садржи следећа поглавља:

1. Увод. У уводном делу је потребно укратко описати технологију добијања угља на површинском копу Колубара „Поље Б“, дати приказ капиталне опреме и сл.
2. Организација функције одржавања. Приказати како је организовано одржавање на површинском копу Колубара „Поље Б“
3. Опис и функција роторног багера SRS 1200. У овом поглављу кандидат треба да укратко да опише разматрани технички систем и прикаже основне подсистеме разматраниг техничког система
4. Методе одржавања техничких система
5. Критични елементи техничког система са аспекта отказа
6. Типичан отказ неког од елемента техничког система и начини њиховог отклањања (опис, фотографије, тренутне активности у процесу одржавања, предлози за побољшања)
7. Предлози за побољшање тренутног стања са аспекта одржавања
8. Закључна разматрања
9. Литература

Препоручена литература:

[1] П. Тодоровић, Основи одржавања, Универзитет у Крагујевцу, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2016.

Крагујевац, 24. 6. 2018. године

Ментор:
Проф. др Петар Тодоровић, дипл. инг.

Резиме

У завршном раду је описан систем производње угља у РБ Колубара "Поље Б". Објашњена је комплетна поставка одржавања целокупног копа "Поље Б" и представљене су карактеристике багера SRs 1200 (Глодар 1). Објашњен је процес демонтаже и монтаже фрема.

У посебном делу рада је приказано виђење проблематике отказа фрема и предлози за усавршавање решавања проблема.

Кључне речи: основе одржавања, фрем,

Summary

In the final paper, the system of the production of coal in the RB Kolubara "Polje B" is described. The complete scheme for maintenance of the excavation pits "Polje B" is explained and the characteristics of the excavator SRs 1200 (Rodent 1) are presented. The proceses of disassembly and assembly of the frem is described.

The problematics of malfunctions and damages of frem is discussed in a separate part of the paper and the suggestions for the improvement of solving the problems are given.

Key words: the basics of maintenance, frem

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
2. ОРГАНИЗАЦИЈА ФУНКЦИЈЕ ОДРЖАВАЊА	2
3. ОПИС И ФУНКЦИЈА РОТОРНОГ БАГЕРА SRs 1200.....	4
3. 1. Технички подаци	4
3. 2. Радни точак.....	5
3. 3. Главно оруђе	7
3. 4. Претоварно оруђе	9
3. 5. Траке.....	11
3. 6. Електрични уређаји	14
3. 7. Радна маса и притисак на тло	15
3. 8. Дизалица.....	15
3.9. Кабловски бубањ	17
4. МЕТОДЕ ОДРЖАВАЊА ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА	19
4. 1. Одржавање- основни појмови	19
4. 1. 1. Дефиниција одржавања	19
4. 1. 2. Подела одржавања	20
4. 1. 3. Значај и циљеви одржавања.....	20
4. 1. 4. Отказ	21
4. 2. 1. Структура техничког система.....	22
4. 2. 2. Стање техничког система.....	23
4. 3. Поузданост техничких система	23
4. 3. 1. Анализа поузданости техничких система.....	24
4. 3. 2. Редна веза елемената	25
4. 3. 3. Паралелна веза елемената	25
4. 3. 4. Пасивна паралелна веза елемената у систему	25
4. 3. 5. Делимична паралелна веза елемената у систему	26
4. 3. 6. Специфичне везе елемената у систему	26
4. 3. 7. Комплексне везе	26
4. 4. Ефективност производне опреме	26
4. 4. 1. Укупна ефективност производне опреме	27
4. 4. 2. Распоживост опреме	27
4. 4. 3. Ефективност производне опреме	28
4. 5. Корективно одржавање	28
4. 6. Превентивно одржавање	30
4. 6. 1. Основне активности превентивног одржавања.....	31
4. 6. 2. Чишћење	31
4. 6. 3. Подмазивање	31
4. 6. 4. Преглед стања техничких система	32
4. 6. 5. Поправке	32
4. 6. 6. Предности и недостаци превентивног одржавања	33
4. 6. 7. Подела превентивног одржавања	34
4. 6. 7. 1. Превентивно планско одржавање	34

4. 6. 7. 1. 1. План и програм подмазивања.....	35
4. 6. 7. 2. Превентивно одржавање по стању	35
4. 6. 7. 2. 1. Погодност техничких система за одржавање према стању	35
4. 6. 7. 3. Потенцијални отказ.....	36
4. 6. 8. Превентивно одржавање- закључна разматрања	37
4. 7. Проактивно одржавање	37
4. 7. 1. Основни елементи проактивног одржавања.....	38
5. КРИТИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНИЧКОГ СИСТЕМА СА АСПЕКТА ОТКАЗА.....	40
6. ТИПИЧАН ОТКАЗ ФРЕМА И ЊЕГОВО ОТКЛАЊАЊЕ	41
6. 1. ПРИПРЕМНИ РАДОВИ	41
6. 2. ДЕМОНТАЖА (МОНТАЖА) ФРЕМА	42
6. 3. СТРУКТУРА И БРОЈ РАДНЕ СНАГЕ ТЈ. ИЗВРШИОЦА И ОПИС ПОСЛА.....	44
6. 4. УКУПНО НОРМА САТИ	44
6. 5. ПОТРЕБНА ОПРЕМА И АЛАТ	45
6. 6. АНГАЖОВАНА МЕХАНИЗАЦИЈА.....	45
6. 7. ХАРМОНОГРАМ РАДОВА.....	46
7. ПРЕДЛОЗИ ЗА ПОБОЉШАЊЕ ТРЕНУТНОГ СТАЊА СА АСПЕКТА ОДРЖАВАЊА.....	47
8. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	48
9. ЛИТЕРАТУРА.....	49

1. УВОД

Јавно предузеће Рударски басен "Колубара" (РБ) послује у оквиру јавног предузећа "Електропривреда Србије". Основна делатност РБ "Колубара" је откопавање угља и његова прерада за потребе термоелектрана и у остале сврхе.

РБ "Колубара" се састоји од више радних јединица и то су "Колубара-површински копови", "Колубара-прерада", "Колубара метал", "Колубара-универзал", "Колубара пројект" и "Колубара грађевинар".

У РБ "Колубара" угаљ се експлоатише на четири површинска копа: Поље "Б/Ц", Поље "Д", "Тамнава-Западно поље" и Поље "Г". Поље "Б" је најстарији активни површински коп "Колубаре".

На површинском откопу "Поље Б" се за откопавање угља и јаловине и за њихов транспорт користи механизација са континуалним радним процесом који карактерише непрекидно откопавање и транспорт откопаног материјала. Континуални процес откопавања остварује се багером Глодар са више радних елемената (кашика), а транспорт откопаног материјала се врши трачним транспортерима.

Багер Глодар и трачни транспортер чине "систем", у који у случају откопавања јаловине улази и одлагач (БТО-систем) који прихвата откопану јаловину и одлаже је на одлагалишта унутар или ван откопа. У случају откопавања угља, откопани угаљ се транспортује на сепарацију (БТС систем).

На откопима се осим ове механизације користи и багер са једним радним елементорм (за израду почетних траса транспортера, пребацивање маса при чишћењу повлата и израду објеката одводњавања) и то багер са кашиком за повлачење (дреглајн).

На БТС линији експлоатишу багери SRs 1200 (Глодар 1) и Ц700 (Глодар 3). На БТО линији експлоатишу SRs 1200 (Глодар 6), SchRs 1400x28/3 (Глодар 2) и SRs 1200x22/2 (Глодар 4), на које одлажу одлагач 1 (Глодар 2), одлагач 5 (Глодар 4) и одлагач 3 (Глодар 6). На пребацивању јаловисних маса унутар копа раде багери дреглајна и то Мариони-7200 (пог. бр. 5, 6, 8, 9) као и ЕШ 6/45 (пог. бр 25 и 28).

2. ОРГАНИЗАЦИЈА ФУНКЦИЈЕ ОДРЖАВАЊА

На челу поља Б налази се Директор, а следећи у организационој хијерархији је Технички директор. РБ Колубара је подељена на три гране: рударску, машинску и електро, те сходно томе постоје три Управника (рударски, машински и електро). Сваки од њих сарађује са Помоћницима управника. Управници дају посао инжењерима на систему, од којих сваки има три инжењера (рударски, машински и електро) који руководе тим системом. Они расподељују посао пословођама, који потом руководе надзорницима и радницима у струци („браварима”, „електричарима” и др) који изводе радове.

”Поље Б” ради по сменама, при чему је свака смена организована на следећи начин: на челу смене је старешина смене (рударски инжењер), са машинске стране на челу је машински сменски инжењер а са електро стране је електро сменски инжењер.

На почетку прве смене рапорт отвара директор и пита старешину смене, машинског сменског инжењера и електро сменског инжењера шта се дешавало у претходној смени. После тога, рударски управник саопштава радове који ће се радити у току тог дана (викенда). Маришки и електро управници додају послове ако за то има потребе. На крају тог рапорта Инжињери који су задужени за систем долазе код свог управника, који им задаје посао који треба да одраде.

На БТС линији има два машинска инжењера за одржавање пошто постоје два багера. На крају прве смене инжињери на одржавању саопштавају управнику да ли је посао завршен и пријављују уочене проблеме. Уколико је проблем озбиљнији, не чека се крај смене, већ се проблем саопштава тренутно. Пошто се ради у сменама, на рапорту који се одвија на крају прве смене понавља се процедура рапорта са почетка прве смене, с тим што се посао даје инжењерима у следећој смени (старешини смене, машинском сменском инжењеру и електро сменском инжењеру). У следећој смени рапорт примопредаје се дешава између орговарајућих инжењера.

Постоје и две радионице, за одржавање багера и за одржавање трачних транспортера. На челу радионица је машински инжењер. Следећи по старешинству је главни пословођа, а затим пословођа за специјализоване остале делатности, који је надлежан за надзорнике, браваре и остале. Управник на почетку смене саопштава посао

шефовима радионица, а они, као инжињери на систему, на крају смене или по потреби саопштавају обављен посао или отказе.

3. ОПИС И ФУНКЦИЈА РОТОРНОГ БАГЕРА SRs 1200.

На површинском копу Поље Б на БТС линији ради роторни багер SRs 1200 који има ознаку 1200.22/2x0(630kW)+VR. Овде су приказане његове карактеристике.

3. 1. Технички подаци

Климатски услови	Умерена клима (Н, нормалис)
Температурно подручје за рад	-25°C до +35°C (испод -5°C може доћи до смањења учинка, које је условгено транспортованом јаловином)
Максимална дозвољена брзина ветра:	
Док постројења раде	20 m/s
Док постројења не раде	36 m/s
Особине транспортоване масе	Оцеђена, без оштрих ивица
Дозвољени нагиб:	
Нагиб радне равни:	
Уздужни нагиб	1 : 33 = 3 %
Попречни нагиб	1 : 33 = 3 %
Нагиб транспортне равни:	
Уздужни нагиб	1 : 20 = 5 %

Попречни нагиб	.....	1 : 33 = 3 %
или		
Уздужни нагиб	.....	1 : 33 = 3 %
Попречни нагиб	.....	1 : 20 = 5 %

Максимални дозвољени нагиб у правцу вожње (кретања) 10 % уз следећа ограничења:

Ако су конзола ротора, обртна столица и утоварни уређај у правцу кретања

Ако је нагиб попреко на правац кретања 2 % без ветра

Ако је доња ивица ротора око 1m изнад планума кретања

Теоретски капацитет (насута јаловина при 100 % пуњењу кашике, 50 % удео прстенастог простора и најмање 3,2 м висине реза) 3465 m³/h

Димензије:

Највећа дужина	.....	98 m
Највећа ширина	.....	24 m
Највећа висина	.....	32 m
Истуреност пријемне стране (од средине оруђа до средине радног точка)		36,5 m
Висина копања	.....	24 m
Дубина копања	.....	4 m
Минимални радијус кривине	.....	60 m

3. 2. Радни точак

Пречник радног точка	.....	8,2 m
Број кашика	.....	8 комада
Запремина кашике	.....	800 l
Пуњење кашике, +50 % прстенастог простора ..		1200 l
Број истресања	.....	48 min-1
Брзина резања	.....	2,58 m/s

Погонски мотор:

Погонска снага	400 kW
Погонски број обртаја	1480 min ⁻¹

Редуктор:

Конструкција погона	Конусни преносник са цилиндричним зупчаницима
Пренос	$i = 247$
Снага	$N = 400 \text{ kW}$
Нормална обимна сила	225 kN
Специфична резна сила (код теоретског учинка копања од 2300 м ³ /х недирнутог природног тла)	600 N/cm

Слободни угао резања:

Леви	40°
Десни	42°
Клиренс	2,5 m

Механизам за дизање конзоле точка:

Брзина дизања на роторном точку	3,8 m/min
Маџ. висина дизања средине роторног точка изнад планума	22,4 m

Погонски мотор:

Погонска снага	2 x 75 kW
Погонски број обртаја	985 min ⁻¹

Редуктор:

Конструкција погона за дизање	Преносник са цилиндричним зупчаницима
Пренос	$i = 31,5$

Снага N = 63 kW

3. 3. Главно оруђе

Горња градња

Подручје заокретања горње градње код заједничког заокретања,

односно заједничког кретања утоварног оруђа ... $\pm 270^\circ$

Погонски мотор:

Погонска снага 2 x 17 kW

Погонски број обртаја $1470 \div 300 \text{ min}^{-1}$

Може се регулисати

Редуктор Конусни преносник са
цилиндричним
зупчаницама

Пренос $i = 452$

Снага N = 24 kW

Брзина кружног кретања катарке Р. Т. $10 \div 33 \text{ m/min}$

Може се регулисати

Спојница између мотора и редуктора Еластична спојница са
основицама

Сигурносна спојница у редуктору Ламеласти клизна спојница
са осигурањем против
преоптерећења

Кочница Двострука чегусна кочница
са апаратом Elhy

Заокретни механизам обртне столице:

Подручје заокретања конзоле точка према обртној столици $\pm 90^\circ$

Погонски мотор:

Погонска снага	2 x 19,5 kW
Погонски број обртаја	965 min ⁻¹
Редуктор	Конусни преносник са цилиндричним зупчаницима
Пренос	i = 452
Снага	N = 24 kW
Брзина заокретања средине утоварног оруђа Б ослонац	5 m/min
Спојница у редуктору	Ламеласти клизни спојница са осигурањем против преоптерећења
Кочница	Двострука чегусна кочница са апаратом Elhy

Доња градња

Прстен са куглама:

Пречник круга кретања	8500 mm
Број кугли	203 ком
Пречник кугли	110 mm

Гусенични кретни механизам:

Распоред гусеница	4 појединачне гусенице
Растојање гусеница:	
Унутрашњи пар	12500 mm
Спогњи пар	18900 mm
Подела гусеничних плоча (корак)	925 mm
Растојање од средине између погонског и затезног точка	9600 mm
Ширина папуче	2800 mm
Брзина вожње	6 m/min

Конструкција кретног погона	4 конусна преносника са цилиндричним зупчаницима
Погонска снага	4 x 80 kW
Број обртаја погона	980/500 min ⁻¹
Редуктор:	
Укупни пренос	i = 1110
Снага	N = 73 kW
Спојница између мотора и редуктора	Еластична канцаста спојница са кочним диском (двострука)
Кочница (тип)	хидраулична кочница

3. 4. Претоварно оруђе

Распон претоварног оруђа од обртне тачке до средине ослоног кретног механизма:

Главно и претоварно оруђе ± 0:

Мин	27,5 m
Мак	37,5 m
Дужина путање	10,0 m

Главно оруђе ± 5 према претоварном оруђу ± 0:

Мин.	30,0 m
Макс.	37,5 m
Дужина путање	7,5 m
Истурање врха утоварне конзоле која се диже и спушта од обртне траке до средине утоварне склизнице ...	14,0 m
Брзина дизања мерено у средини склизнице	1,0 m/min

Висина одбацивања доње ивице утоварне склизнице до планума претоварног оруђа ± 0 :

Главно оруђе	Мах 7,5 m Min 1,0 m
Главно оруђе + 5 м	Мах 6,6 m Min 1,0 m
Главно оруђе - 5 м	Мах 7,0 m Min 3,5
Ослањање обртне столице са међутраком од средине багера	4,5 m

Гусенични кретни механизам:

Распоред гусеница	2 појединачне гусенице
Покретне гусенице	2 ком
Размак гусеница	6300 mm
Ширина гусеничних плоча	2240 mm
Подела гусеничних плоча	650 mm
Размак од средине између погонског и пресмерног ланчаника.	5600 mm

Погон за кретање:

Конструкција погона за кретање	2 конусна преносника са цилиндричним зупчаницима
Погонска снага	2 x 30 kW
Погонски број обртаја	980 min ⁻¹

Редуктор:

Укупни пренос	i= 730
Спојница између мотора и редуктора	Еластична канцаста спојница са кочним диском
Кочница (тип)	Двострука чељусна кочница за апаратом Elhy

Подручје заокретања претоварног оруђа у односу на обртну столицу

$\pm 70^\circ$

3. 5. Траке

Пријемна трака — трака радног точка

Осно растојање бубњева	36 m
Ширина транспортера	1600 mm
Конфекција траке	ЕП-500
Заштитни уметак, горе	1
Текстилни уложак	3
Заштитни уложак, доле	1
Квалитет гуме	N
Горњи слој	12/4
Угао корита траке	30°
Брзина траке	3,75 m/s
Конструкција утоварног бункера	Са гумираним носећим ваљцима

Пречник бубњева траке:

Бубањ погонски траке	800 mm
Бубањ пресмерни траке (2 к.)	630 mm
Бубањ потпорни траке	630 mm
Бубањ затезни траке	630 mm
Бубањ повратни	800 mm
Конструкција затезног уређаја	Затезни уређај са навојним вретеном
Дужина затезања	100 mm

Погонски мотор:

Погонска снага	315 kW
Погонски број обртаја	1475 min ⁻¹

Редуктор:

Конструкција погона	.....	Конусни преносник са цилиндричним зупчаницима
Пренос	.....	$i = 16$
Снага	.....	$N = 250 \text{ kW}$

Међутрака

Осно растојање бубњева	.....	8 m
Ширина траке	.....	1600 mm
Конфекција	.....	EP-500
Заштитни уложак, горе	.....	1
Платнени улошци	.....	3
Заштитни улошци, доле	.....	1
Квалитет гуме	.....	N
Горњи слој траке	.....	12/4
Угао корита траке	.....	30°
Брзина траке	.....	3,9 m/s
Конструкција утоварног бункера	.....	Са гумираним носећим ваљцима

Погонски мотор:

Погонска снага	.....	132 kW
Погонски број обртаја	.....	1485 min^{-1}

Редуктор:

Конструкција погона траке	.....	Конусни преносник са цилиндричним зупчаницима
Укупан пренос	.....	$i = 16$
Снага	.....	$N = 124 \text{ kW}$

Пречник бубњева траке:

Бубањ погонски	800 mm
Бубањ затезни	630 mm

Одложна трака

Осно растојање бубњева	50 m
Ширина траке	1600 mm
Конфекција траке	EP-500
Заштитни уложак, горе	1
Текстилни уложак	3
Заштитни уложак, доле	1
Квалитет гуме	N
Горњи слој траке	12/4
Угао корита траке	30°
Брзина траке	3,9 m/s
Конструкција утоварног бункера	Са гумираним носећим ваљцима

Погонски мотор:

Погонска снага	2 x 132 kW
Погонски број обртаја	1485 min ⁻¹

Редуктор:

Конструкција погона траке	Конусни преносник са цилиндричним зупчаницама
Укупни пренос	i= 16
Снага	N = 124 kW

Пречници бубњева:

Погонски бубањ	800 mm
----------------------	--------

Потпорни бубањ	630 mm
Затезни систем (3 бубња)	630 mm
Конструкција затезног уређаја	Ручно затезање са навојним вретеном
Дужина затезања	800 mm
Спојница између мотора и редуктора	Еластична канцаста спојница
Кочница (тип)	Двострука чегусна кочница са апаратом Elhy
Потисни бубањ	500 mm
Повратни бубањ	630 mm
Конструкција затезног уређаја	Затезни уређај са теговима
Затезни пут	1500 mm

3. 6. Електрични уређаји

Инсталисана снага	1810 kW
Једновремена снага	1267 kW
Прикључни напон	6 кV трофазна струја, 50 Hz
Пресек проводника за довод енергије	3 x 120 (3 x 16,7) mm ²
Радни напони:	
Високи напон	6 кV трофазна струја
Ниски напон	380 V трофазна струја
220 В наизменична струја	
Светлосни и командни напон	220 V наизменична струја
220 В једносмерна струја	
Заштитни напон	42 V наизменична струја
Сигнални напон	24 V наизменична струја

3. 7. Радна маса и притисак на тло

Радна маса (без јаловине и слепљене масе)	1528 t
Главно оруђе	1143 t
Претоварно оруђе	260 t
Електрика	125 t

Гусенични кретни механизам:

Притисак на тло

Главно оруђе	10,5 N/cm ²
Претоварно оруђе	9,6 N/cm ²

3. 8. Дизалица

Пречник бубња за уже	630 mm
Број бубњева за уже	1 ком
Димензије и тип челичног ужета	N 18 x 160; TGL 17555
Дужина челичног ужета	По 160 m
Намотавање витла	2-струко
Сигурносни намотаји	3
Број кочница	2 ком
Кочница	Кочница са 2-струким чегустима и апаратом Elhy
Спојница између мотора и преносника	Еластична спојница са осовиницама
Механизам за заокретање:	
Подручје заокретања	± 190°

Погонски мотор:

Погонска снага	2,2 kW
Погонски број обртаја	700 min-1
Редуктор	Конусни преносник са цилиндричним зупчаницима
Пренос	i= 125
Снага	N = 1,3 kW

Витло:

Пречник бубња за ужад	1500 mm
Број бубњева	1 ком
Димензије и тип челичног ужета	R 42 x 180 TGL 17555 s/s са слабим увијањем
Дужина челичног ужета	2 x 260 m
Омотавање дизалице	12-струко
Сигурносни навоји	4 ком
Број кочница	4 ком

Механизам за дизање кабине багеристе:

Брзина дизања на кабину	47 m/min
Подручје дизања конзоле кабине багеристе	1,5 ÷ 20 m

Погонски мотор:

Погонска снага	16,5 kW
Погонски број обртаја	960 o/min

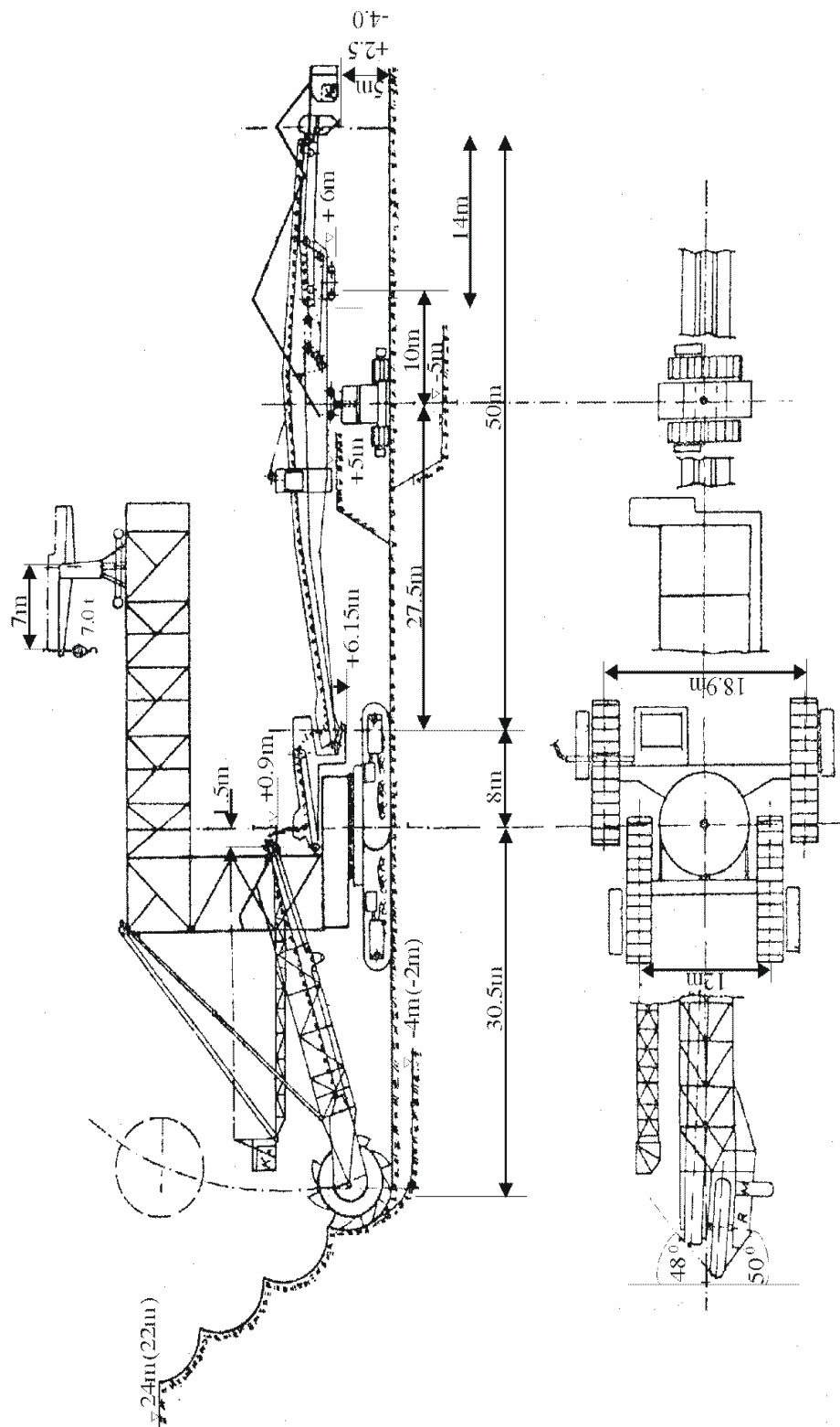
Редуктор:

Конструкција погона дизалице	Преносник са цилиндричним зупчаницима
------------------------------------	---

Пренос $i = 100$
Снага $N = 15,8 \text{ kW}$

3.9. Кабловски бубањ

Капацитет 1200 m



Слика 1. Шематски приказ роторног багера SRs 1200

4. МЕТОДЕ ОДРЖАВАЊА ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

4. 1. Одржавање- основни појмови

У данашње време, човек зависи од машина и опреме више него било када у историји човечанства. Константна је потреба за дотоком воде, хране, електричне енергије, грејања, а што директно зависи од поузданости опреме која учествује у производњи, транспорту, складиштењу и сл. Може се рећи да човек и његов опстанак директно зависе од стања ових машина и опреме. Управо из тог разлога много више пажње се посвећује активностима и развоју одржавања. Подизање свести о значају одржавања дошло је тек после великих катастрофа (акцидената) у индустрији, које су утицале не само на животну средину већ и на људе, како директно тако и индиректно.

Појам одржавања (енг. Maintenance) јавља се са појавом првих техничких система које је човек створио. У почетку је одржавање представљало занатску активност која је усмерена на веће или мање поправке у случају настанка отказа. Тек након Другог светског рата почиње да се мења приступ, што доводи до значајног унапређења функције одржавања, а у последњих 50 година бележи се карактеристичан развој и увођење нових метода и технологија у систему одржавања техничких система.

4. 1. 1. Дефиниција одржавања

Одржавање је скуп активности које се спроводе у циљу обезбеђивања оптималних услова експлоатације једног техничког система уз минималне трошкове. Представља комбинацију техничких, административних и управљачких активности које се спроводе у току радног века једног техничког система у циљу задржавања или обнављања стања система у коме систем може обављати своју пројектовану функцију.

Одржавање се данас још дефинише као процес у коме се све активности спроводе према унапред дефинисаним критеријумима циља. Са појавом све сложенијих средстава за рад, односно техничких система, долази до потребе и развоја нових приступа одржавања.

4. 1. 2. Подела одржавања

Најуопштенија подела метода одржавања би била на:

- непланирано одржавање и
- планирано одржавање.

Усвојена подела подразумева три основне методе одржавања:

- корективно одржавање,
- превентивно одржавање и
- проактивно одржавање, као и две главне подгрупе превентивног одржавања

и то:

1. превентивно планско одржавање и
2. превентивно одржавање према стању.

Утицај одржавања на продуктивност и профитабилност, тј. на перформансе пословног успеха је несумњив. Најједноставније речено, свако непланирано прекидање процеса производње, или не постизање захтеваног квалитета производа, повезано је са кашњењима или другим допунским трошковима.

Због захтева светског тржишта, приступ одржавању све више постаје процесно оријентисан и свеобухватан (холистички). Холистички приступ здравом животу је концепт у коме се сви потенцијални фактори који могу утицати на здравље човека узимају у обзир при процени његовог општег здравља.

4. 1. 3. Значај и циљеви одржавања

Улога одржавања у производњи светске масе (енг. World Class Manufacturing - WCM) је да постигне и одржи:

- максималну искоришћеност производне опреме,
- оптималне радне услове,
- максимални радни век опреме,
- минимални инвентар резервних делова и
- способност да се брзо реагује.

Одржавање није само служба за враћање опреме у првобитно стање, већ је оно средство којим се постиже укупно унапређење ефективности и профитабилности компаније.

Сврха службе одржавања је да дефинише стратегију одржавања кроз:

- оспособљавање техничког система да правилно функционише, уз оптималне трошкове,
- сагледавање безбедности као и других захтева везаних за посматрани технички систем,
- схватање утицаја техничког система на животну средину и
- одржавање техничког система у исправном стању, као и одржавање квалитета добијеног производа узимајући у обзир трошкове потребне за то.

4. 1. 4. Отказ

Кључни појам неопходан за разумевање саме суштине и функције одржавања у савременим производним и пословним системима јесте отказ, односно стање „у отказу”.

Отказ (енг. failure) се дефинише као прекид способности компоненте или система да врши захтевану и пројектовану функцију. Када дође до отказа, компонента или систем се налазе у стању „у отказу“ (енг. failure), тако да треба правити разлику између отказа као догађаја и стања у отказу.

Термин „квар“, који се користи у слободном говору, није технички исправан. Исправно је рећи „отказ“.

Отказ техничког система настаје када систем престане да извршава задату функцију или је не извршава на задовољавајући начин. До отказа техничког система доћи ће, пре или касније, услед хабања, замора, старења или лома компоненти система (механичких, електричних, електронских, хидрауличких и др.).

Да би се активности одржавања успешно прописале и спровеле, неопходно је добро познавање елемената, структуре и принципа функционисања опреме која се одржава. Поред познавања саме опреме, потребна су и мултидисциплинарна знања из области машинства, електронике, енергетике, организације производње, обраде података итд.

4. 2. 1. Структура техничког система

Под појмом технички систем подразумева се скуп елемената, њихових карактеристика и релација између елемената повезаних ради остваривања функције циља техничког система, односно промене стања система. Најуопштеније посматрано, сваки систем, па и технички, врши трансформацију материјала, енергије и информација.

Технички систем је вештачки систем који настаје посредним или непосредним деловањем човека. Сличност између техничког и природног система огледа се кроз следеће карактеристике:

- целовитост,
- адаптивност,
- стабилност,
- затвореност- отвореност,
- повратну спрегу, итд.

Техничке системе карактеришу:

- динамичност и
- детерминистичност.

Динамичност одређују управљачке акције које доводе до промене стања у времену. Детерминистичност, или одређеност, последица је чињенице да је стање техничког система са одређеном вероватноћом могуће предвидети у одређеном временском интервалу на основу дејства управљачких акција.

Сваки технички систем је састављен од подсистема, односно елементарних или основних система. Основни системи су међусобно повезани релацијама. Уколико постоји интеракција између елемената система и околине, систем је отворен, док је у супротном затворен.

4. 2. 2. Стање техничког система

У току експлоатације технички систем је изложен дејству околине (влага, прашина, топлота, вибрације...). Осим наведеног постоје и унутрашња дејства унутар самог техничког система и она могу бити везана за:

- параметре процеса експлоатације (динамичке силе, температура, вибрације...) и
- наслеђе (експлоатацијско и технолошко).

У току експлоатације долази до промена карактеристика елемената техничког система (услед хабања, старења, деформисања...), а самим тим и до промене стања техничког система.

Са техничког аспекта, стање система дефинише се скупом физичких параметара. Праћењем и упоређивањем промена ових параметара у времену доноси се закључак о стању техничког система.

4. 3. Поузданост техничких система

Развој технике довео је до примене све сложенијих техничких система који су великим делом преузели активности које је обављао човек. У вези са тим наметнута је и потреба да ти технички системи задовоље одређене критеријуме по питањима исправног рада, експлоатације и одржавања.

У циљу квантитативног одређивања појединих величина и параметара који карактеришу поузданост, неопходно их је прецизно дефинисати. Егзактан приступ базира се на теорији поузданости као научној дисциплини која се бави проучавањем законитости којих се треба придржавати при пројектовању, конструкцији, испитивању, производњи и експлоатацији техничких производа, како би они имали што дужи радни век, а тиме и максимални радни учинак .

Поузданост је вероватноћа, на одређеном нивоу поверења, да ће систем успешно, без отказа, обавити функцију за коју је намењен.

Поузданост неког техничког система у највећој мери зависи од његове структуре, односно броја елемената од којих је технички систем сачињен и њихових међусобних веза. Најједноставније речено, поузданост је способност техничког система да успешно обавља задату функцију, под одређеним условима, у датом временском интервалу. У наведеним описима поузданости присутна су два незаобилазна фактора, а то су време рада и услови рада.

Теорија поузданости је наука која се бави изучавањем законитости појава отказа техничких система и њихових саставних елемената. При томе се подразумева да ће систем обављати своју функцију унутар специфицираних граница перформанси, у току специфицираног времена трајања задатака, када се користи на прописани начин и у сврху за коју је намењен, под специфицираним нивоима оптерећења, узимајући у обзир и претходно време коришћења система.

4. 3. 1. Анализа поузданости техничких система

Поузданост техничког система зависи од структуре самог техничког система, односно:

- од броја елемената и
- од њихових међусобних веза.

Елементи система могу се сврстати у четири основне групе које чине:

- елементи чији отказ практично не утиче на поузданост система,
- елементи чија се радна способност не мења у разматраном временском периоду,
- елементи чија се поправка или подешавање изводе у току обављања функције техничког система и
- елементи чији отказ проузрокује отказ система.

Редундантност је својство или карактеристика система да избегне застој у процесу рада и у случају отказа неке компоненте система.

Повезивања елемената у систему могу бити:

- редна,
- паралелна,
- пасивна паралелна,
- делимична паралелна,
- специфична (квазиредна, квазипаралелна) и
- комплексна (комбинација претходно наведених).

4. 3. 2. Редна веза елемената

Под редном везом елемената система подразумева се таква конфигурација система код које при појави отказа било ког елемената (подсистема, склопова, подсклопова, елемената) долази до отказа целокупног система.

4. 3. 3. Паралелна веза елемената

Под системом са паралелним везивањем саставних делова подразумева се такав систем код кога до отказа система долази само у случају када се откази јаве на свим паралелно везаним деловима (подсистимима, склоповима, подсклоповима, елементима).

4. 3. 4. Пасивна паралелна веза елемената у систему

Под пасивном паралелном везом (пасивна резерва) подразумева се уградња једног или више елемената који су паралелно везани, али тако да се њихово укључивање у рад врши само ако дође до појаве стања у отказу елемента који је активан.

4. 3. 5. Делимична паралелна веза елемената у систему

Када је била разматрана паралелна веза елемената система сматрало се да ће систем бити у раду ако је исправан макар један елемент. У неким случајевима то није довољно.

Другим речима, посматра се паралелна конфигурација од n елемената система од којих барем K елемената система мора да буде у раду како би цео посматрани систем био у стању у раду.

4. 3. 6. Специфичне везе елемената у систему

Постоје системи који по свом карактеру имају извесна обележја редних или паралелних веза, или и једних и других заједно.

Квазиредне везе су везе где отказ једног елемента (или више њих) не проузрокује отказ система, већ систем наставља да ради са умањеним перформансама.

Квазипарелна веза елемената система представља везу елемената у две паралелне гране од којих је једна основна, при чему перформансе тој грани одговарају перформансама система. Перформансе елемената у другој паралелној грани не одговарају у потпуности перформансама система.

4. 3. 7. Комплексне везе

Комплексне везе представљају комбинацију свих горенаведених веза. Овакве врсте веза између елемената су најчешће присутне код техничких система.

4. 4. Ефективност производне опреме

У свакодневном говору често се користе термини: ефикасност, ефективност и продуктивност.

Ефективност производне опреме може да се прикаже бројном вредношћу (квантитативни показатељ).

Ефикасност и ефективност су термини који се користе у различитим наукама (економија, организација производње, одржавање и сл.). Запослени често сматрају да су ефикасни уколико нешто добро раде, а не узимају у обзир да ли је ствар коју раде битна или не. Главна разлика између ефективности и ефикасности је у томе што се ефикасност односи на начин на који се ствари раде, а ефективност се фокусира на крајњи резултат. Ефикасност јесте битна, али је небитна ако се користи на погрешним местима.

4. 4. 1. Укупна ефективност производне опреме

Данас, када се производне компаније суочавају са повећаном потражњом тржишта за робом коју производе, менаџмент компаније најчешће размишља о увођењу прековременог рада и додатних смена, или куповини додатне производне опреме. Уместо овог приступа, требало би прво сагледати како оптимизовати перформансе постојеће производне опреме у циљу повишења поузданости опреме, затим смањити време потребно за замену алата код промене типа производа, смањити време које опрема проводи у отказу и сл.

Како би се ефективност производне опреме учинила мерљивом, уведен је параметар под називом укупна ефективност производне опреме или укупна ефективност опреме (енг. Overall Equipment Effectiveness OEE). Помоћу параметра OEE могуће је пратити ефективност производне опреме и утврдити где постоји простор за побољшања.

4. 4. 2. Распоживост опреме

Распоживост опреме се одређује на основу укупно доступног радног времена и времена које опрема проведе у раду.

Временски губици који утичу на распоживост опреме могу бити планирани и непланирани. Планирани губици се односе на време које се проведе на све унапред предвиђене активности одржавања, као и на време потребно за подешавање опреме

приликом замене алата и прибора (код промене типа производа и сл.). Непланирани губици се односе на заустављање опреме због појаве отказа и време потребно за њихово оклањање.

4. 4. 3. Ефективност производне опреме

Ефективност је показатељ који је мерљив и може бити приказан у облику бројне вредности. Купац крајњег производа није расположен да кроз цену тог производа плати лошу организацију у компанијама које тај производ производе. Последњих неколико деценија развијен је читав низ организационих и техничких алата који значајно помажу у откривању губитака и њиховој елиминацији у циљу повишења ефективности производне опреме. Развој технике је омогућио праћење укупне ефективности производне опреме у сваком тренутку (у реалном времену).

4. 5. Корективно одржавање

У првим фабрикама за масовну производњу које су углавном биле предимензионисане, систем одржавања је радио по принципу: Заменили део тек након отказа. Овакав начин одржавања у том периоду представљао је задовољавајуће решење. Тек са накнадним захтевима за повишење ефективности производне опреме схваћени су недостаци ове методе одржавања.

Корективно одржавање (енг. Corrective maintenance или Reactive maintenance) подразумева скуп активности које се спроводе након појаве отказа у неком техничком систему. Задатак корективног одржавања је да систем из стања у отказу преведе у стање у раду. Корективно одржавање се углавном примењује на једноставним техничким системима, опреми која није скупа и чији застој не може да угрози процес производње.

Код корективног одржавања активности одржавања се спроводе тек пошто до отказа дође. Технички систем се експлоатише до појаве отказа без икаквих претходних активности, прегледа и праћења стања система. Будући да се елементи система одржавају без икаквог плана, појава отказа ће имати стохастичку природу, односно отказ ће бити

случајан догађај. Застоје у производњи тада треба прихватити као очекивано стање, што није проблем уколико су производни капацитети предимензионисани. Међутим, чак и тада може доћи до проблема у производњи, посебно у случајевима када је више машина које обављају исту производну операцију у отказу.

Код корективног одржавања врши се експлоатација техничког система до крајњих граница, односно до потпуног искорићења расположивог ресурса. Условна предност корективног одржавања је максимално коришћење расположивог ресурса, што би уједно била и једина предност овог одржавања.

У недостатке корективног одржавања спада немогућност предвиђања настанка отказа и времена његовог трајања, а може се јавити и више повезаних отказа што доводи до дуготрајног застоја опреме. Ако постоје ограничења у погледу броја и одговарајуће стручне оспособљености људства које ради на пословима одржавања, онда поред наведених, ова чињеница може представљати један од главних недостатака корективно одржавања.

Будући да се код корективног одржавања не прати стање техничког система, тренутак појаве отказа се неће знати. Промена поузданости код техничких система код којих се примењује корективно одржавање се не зна. То је последица чињенице да се стање опреме не прати. Једина информација коју служба одржавања има је да је систем у раду или у отказу.

Из претходних примера може се закључити да корективно одржавање има своје предности и недостатке, али да и даље има своје место у организационим структурама одржавања.

Корективно одржавање није погодно код одговорних техничких система код којих отказ може проузроковати нежељене последице; код техничких система који имају велики утицај на производњу и чијим отказом долази до застоја производње; код скувих система где откази изазивају велику штету и др. Корективно одржавање је погодно применити код техничких система или неких њихових елемената, пре свега јер се ресурси код ових система користе максимално и нису потребне никакве активности.

4. 6. Превентивно одржавање

Често се чини да до отказа техничких система долази „у најгоре могуће време”, односно када се највише жури са испуњењем плана производње и када је могућност продаје и цена производа на тржишту добра. Време које технички систем проведе у стању у отказу у тим случајевима често делује „необично дуго”. Наведене нежељене ситуације могу да се избегну применом превентивног одржавања.

Превентивно одржавање (енг. Preventive maintenance) представља скуп превентивних активности које се спроводе у циљу спречавања или одлагања појаве отказа. У наведене активности спадају прегледи стања техничких система, регистравање потенцијалних проблема и спровођење активности које спречавају појаву отказа.

Правовременим регистравањем проблема откази се могу предвидети и на основу тих информација могуће је реаговати и одређеним активностима спречити појаву отказа.

За успешно увођење превентивног одржавања неопходни су следећи предуслови:

- једнозначно идентификовање техничких система преко видно приказаног инвентарског и серијског броја, као и ознаке типа,
- тачна предисторија експлоатације техничких система,
- искуствени подаци о сличној опреми,
- препоруке произвођача опреме,
- упутство за одржавање,
- подаци о елементима који отказују и замењују се,
- искусно и обучено људство на пословима одржавања,
- алати и одговарајућа опрема за преглед стања, дијагностику или мониторинг,
- јасне инструкције за преглед са документацијом за евидентирање стања,
- добра сарадња са оператером на опреми и
- помоћ од стране менаџмента.

4. 6. 1. Основне активности превентивног одржавања

Основне активности превентивног одржавања су:

- чишћење,
- подмазивање техничких система,
- прегледи (праћење стања) и
- поправке (превентивне замене критичних елемената).

У литератури се често може наћи скраћеница "CIL" која је настала од енглеских речи Cleaning, Inspection и Lubrication, односно чишћење, преглед и подмазивање. Може се видети да су активности наведене у поменутој скраћеници уједно и основне активности превентивног одржавања.

4. 6. 2. Чишћење

Савршени ред и чистоћа представљају основу за успешно спровођење превентивног одржавања. Не постоје технички системи који су имуни на прљавштину. Постоје само они код којих се прихвата виши или нижи ниво чистоће.

Редовно и правилно чишћење има бројне директне и индиректне корисне ефекте на стање техничког система. Чишћење представља једну од основних активности у одржавању било ког техничког система.

4. 6. 3. Подмазивање

При релативном међусобном кретању контактних елемената неког трибомеханичког система долази до расипања енергије и масе. Под појмом трибомеханички систем (ТМС) подразумева се систем чија се функција одвија кроз интеракцију површина које се релативно крећу. Најуопштеније посматрано, ТМС чине два елемента у контакту који се релативно међусобно крећу и мазиво, као трећи елемент.

Мазиво у зони контакта елемената, код којих постоји релативно кретање једног у односу на други, има вишеструку улогу, а то је да:

- смањи коефицијент трења,
- смањи хабање елемената у контакту,
- смањи загревање контактних елемената,
- спречи контаминанте да уђу у зону контакта,
- износи (испира) продукте хабања из зоне контакта и
- штити од корозије.

На смањење интензитета трења и хабања, односно расипања енергије и масе, може се утицати применом мазива (мазива уља и масти). Повишен ниво трења доводи до значајног губитка енергије и непотребног грејања техничког система.

4. 6. 4. Преглед стања техничких система

Основни циљ прегледа стања техничких система је да се утврде недостаци и поремећаји и на тај начин спречи потенцијални отказ. За наведену врсту активности често се срећу и појмови:

- инспекција (шире прихваћено у пракси западних земаља и литератури на енглеском језику) и
- технички преглед, периодични преглед и сл.

Након сваког прегледа било ког техничког система потребно је направити извештај о прегледу.

4. 6. 5. Поправке

Недостаци и проблеми утврђени током прегледа стања техничких система морају се отклонити како не би довели до отказа. Те активности се спроводе кроз поправке (превентивне замене делова, подешавања и сл.).

Поправке у превентивном одржавању се разликују од поправки у корективном одржавању. У корективном одржавању поправкама се отклања отказ, а код превентивног

одржавања поправке служе да се отклоне проблеми и недостаци који могу да доведу до отказа.

4. 6. 6. Предности и недостаци превентивног одржавања

Спровођењем активности превентивног одржавања постиже се:

- квалитетније управљање производним процесом,
- веће искоришћење расположивих ресурса,
- обезбеђење жељеног квалитета производа,
- повишење продуктивности производне опреме,
- могуће нормирање послова,
- смањење прековременог рада,
- рационално планирање резервних делова,
- повишење безбедности на раду и др., што су свакако предности

увођења превентивног одржавања.

Поред несумњивих предности које има превентивно у односу на корективно одржавање, потребно је указати на одређене недостатке и проблеме се могу јавити током увођења превентивног одржавања:

- могућност појаве оштећења током спровођења активности у оквиру превентивног одржавања,
- могућ висок ниво раних отказа новоуграђених резервних делова,
- неискоришћеност расположивих ресурса,
- високи почетни трошкови,
- често прекидање производње у случају лоше организације функције одржавања и др.

Код оптимално организованог превентивног одржавања, постигнуте уштеде вишеструко превазилазе средства уложена у одржавање.

4. 6. 7. Подела превентивног одржавања

Основна подела превентивног одржавања се дели на две методе:

- превентивно планско одржавање
- и превентивно одржавање према стању

4. 6. 7. 1. Превентивно планско одржавање

Превентивно планско одржавање (енг. Time Based Maintenance — TBM) подразумева временски дефинисане интервале у којима се изводе одређене активности из домена одржавања у циљу одржања стања система у раду.

Поменути временски интервали могу бити: седмични, месечни, квартални и сл. За успешну примену превентивног планског одржавања потребно је обезбедити:

- детаљан списак опреме која се одржава,
- главни годишњи план превентивног одржавања из кога произилазе месечни, недељни и дневни задаци,
- одговорно особље за спровођење предвиђених задатака превентивног планског одржавања,
- контролу обављених задатака,
- извештаје који указују на то када је превентивна активност спроведена и када је треба поново спровести и
- извођење корекција код појаве било које неусаглашености током извођења активности одржавања.

Превентивно планско одржавање подразумева и периодичне прегледе (технички преглед, инспекцију) техничких система. Преглед стања техничких система се унапред планира.

4. 6. 7. 1. 1. План и програм подмазивања

Најзначајније активности превентивног планског одржавања су развој и примена програма подмазивања. Полазне препоруке за спровођење активности подмазивања даје произвођач опреме, да би се касније евентуално извршила корекција на основу сопственог искуства и искуства других корисника исте опреме, као и препорука произвођача мазива.

4. 6. 7. 2. Превентивно одржавање по стању

Превентивно одржавање према стању (енг. Condition Based Maintenance- CBM) заснива се на периодичном или непрекидном праћењу (мониторингу) стања техничких система и регистравању и препознавању проблема који би могли да доведу до појаве отказа.

Ова метода подразумева да се за дати технички систем одаберу најутицајнији параметри, са аспекта обављања функције циља техничког система, преко којих ће се вршити мониторинг и дијагностика стања

Код превентивног одржавања према стању, активности се изводе у најповољнијем тренутку, тј. када стање техничког система то захтева. То нам пружа могућност да се благовремено припреме и обезбеде одговарајући резервни делови, припреми особље и отклоне проблеми пре него што дође до отказа са веома озбиљним последицама.

4. 6. 7. 2. 1. Погодност техничких система за одржавање према стању

Одговор на питање да ли је неки технички систем погодан за одржавање према стању може се добити након анализе дијаграма интензитета отказа карактеристичних група елемената.

Код сложених техничких система треба се одредити за превентивно одржавање према стању. Анализа која је спроведена упоређивањем предузећа у којима је доминантно корективно одржавање са предузећима у којима је успешно уведено превентивно

одржавање према стању показује значајне предности које има друга група предузећа. Наиме, успешно спроведено превентивно одржавање према стању може да доведе до:

- смањења трошкова одржавања 50% — 80%,
- смањења броја застоја 50% — 60%,
- смањења укупног времена застоја 50% — 80%,
- смањења количине резервних делова 20% 30%,
- смањења прековременог рада 20% — 50%,
- повећања експлоатацијског века опреме 20% --- 40%,
- повишења продуктивности 20% 30%,
- повећања профита 25% — 60% и др.

4. 6. 7. 3. Потенцијални отказ

Већина отказа на техничким системима се не дешава тренутно, већ је њихов развој последица одређених процеса присутних током експлоатације техничког система у дужем временском периоду. Ако би постојало сазнање да се неки од елемената техничког система налази у раној фази отказа, онда би служба одржавања могла да предузме одређене активности да до отказа не дође.

Тренутак у коме је могуће закључити да долази до почетка појаве отказа, односно да ће до функционалног отказа доћи у скором временском периоду, у литератури се зове потенцијални отказ (енг. Potential failure). Технички систем и даље извршава функцију циља, али су неки параметри техничког система промењени. Примери за такво стање у пракси су многобројни, а неки могу могу бити:

- повећање вибрација услед оштећења лежајева,
- повећање температуре на одређеним местима услед лошег подмазивања и повећаних губитака,
- продукти хабања у уљу редуктора,
- пукотине које показују замор материјала и сл.

Постоје методе на основу којих се може закључити да је дошло до ране фазе настанка отказа.

4. 6. 8. Превентивно одржавање- закључна разматрања

Индустријска пракса је несумњиво потврдила да је примена превентивног одржавања увек боља од примене доминантно корективног одржавања. Примена превентивног одржавања по обиму може бити недовољна или преобимна. Оптимални обим примене превентивног одржавања може се утврдити анализом оптималног времена између два прегледа, као и анализом трошкова одржавања. Оптимални обим превентивног одржавања је онај који има минималне трошкове одржавања.

Само на први поглед је најбоље и најлакше превентивно не радити ништа, јер то привидно и најмање кошта. Код оптимално спроведеног превентивног одржавања постигнут профит, односно уштеде вишеструко превазилазе средства уложена у увођење превентивног одржавања.

4. 7. Проактивно одржавање

Концепт проактивног одржавања се недавно појавио у индустријској пракси и привукао значајну пажњу, нарочито после објављивања првих резултата који су потврдили да се применом ове методе одржавања могу постићи значајне уштеде.

Проактивно одржавање (енг. Proactive Maintenance), односно проактивни приступ проблему одржавања техничких система базиран је на сталном праћењу и контроли основних узрочника отказа и активностима на њиховом елиминисању или значајном смањењу њиховог негативног дејства.

Проактивни концепт, односно метода одржавања, не прихвата отказ као нормално и могуће стање, већ се спроводи низ адекватних мера да до отказа уопште не дође. Једноставно речено, тежи се да сваки технички систем „води здрав живот” и да му се на тај начин максимално продужи век експлоатације.

Основни принцип у проактивном одржавању је идентификација и елиминација узрочника отказа. Искуство је показало да је, поред великог броја могућих узрочника, само неколико њих одговорно за највећи број отказа. Детаљнијом анализом је потврђено да је само 10% свих могућих узрочника отказа одговорно за више од 90% отказа.

4. 7. 1. Основни елементи проактивног одржавања

Основни елементи проактивног приступа у одржавању јесу:

- мониторинг,
- дијагностика и
- прогностика.

Мониторинг стања техничког система представља све активности усмерене на прикупљање информација и података који одређују стање тог техничког система у времену.

Дијагностика отказа обухвата активности усмерене на анализу симптома и информација прикупљених у процесу мониторинга стања у циљу откривања локације, узорака, природе и карактеристика отказа или стања које потенцијално води ка отказу компоненте или система.

Процес прогностике у проактивном приступу има за циљ рано препознавање узрочника отказа. Идентификација узрочника отказа помаже у одређивању тачке почетка деградације експлоатационих карактеристика. Прогностика представља скуп активности усмерених ка процењивању преосталог времена до отказа за конкретан технички систем, односно ризика од присутности или појаве једног или више модалитета отказа у будућности.

Дефинисање процењеног времена до отказа (енг. Estimated Time To Failure- ETTF) врши се преко дијагностичких параметара који су предмет мониторинга стања на техничким системима.

Резултати мониторинга стања представљају слику тренутног стања. Тренд промене одређеног параметра отказа у будућности може се прогнозировать поступцима:

- екстраполације и
- пројекције.

Екстраполација представља подешавање (фитовање) криве одређеног параметра отказа само на основу постојећих, познатих вредности параметра (садашње време и историја техничког система) и представља релативно једноставну математичку процедуру.

Пројекција подразумева процењивање будућних вредности параметра и подешавање криве на основу тих процењених вредности. Да би се овај поступак реализовао у пракси,

потребно је дубље разумевање карактера и понашања параметара конкретног моделитета отказа у дефинисаним условима. Пројекција подразумева математичко моделирање понашања параметара, односно дефинисање једначина које ће одређивати брзину и карактер промене параметара у времену за дефинисане услове експлоатације техничког система и задате граничне вредности промене утицајних фактора.

5. КРИТИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНИЧКОГ СИСТЕМА СА АСПЕКТА ОТКАЗА

Транспорт багера веома је важан аспект јер без транспорта не би могао да се оствари предвиђени капацитет производње угља. Као и код сваке машине, и приликом транспорта може доћи до појаве отказа. Постоји неколико фактора који доводе до појаве оштећења фрема. Један од њих је лоше израђена траса по којој се багер транспортује, јер услед лоше трасе (рупе, удубљења, испупчења, неравнине на траси) може да дође до пластичног деформитета самог фрема. Фрем је део конструкције, односно носач комплетне гусенице (ланца папуча, система тркача- носећих и потпорних и погона гусенице, редуктор- мотор). Везан је за основну конструкцију багера у једној тачки, што му омогућава да, приликом транспорта, лакше савлада различите конфигурације терена. На багерима типа SRs 1200 постоје 4 фрема на транспорту основне справе и два фрема на транспорту претоварног уређаја. Код клизног лежаја на фрему могу да се појаве зазори који могу бити узроковани лошом трасом, превеликим шверањем багера и недовољном усаглашеношћу струје. Услед појаве великог зазора долази до смањења подмазивања, а самим тим и до појаве хабања истог.

Пошто је фрем један од виталних делова багера он се мења плански или услед хаварије увек када је планиран велики застој или инсвестициона поправка багера.

6. ТИПИЧАН ОТКАЗ ФРЕМА И ЊЕГОВО ОТКЛАЊАЊЕ

На инвестиционој поправци багера SRs 1200 је рађена демонтажа и монтажа фрема. Пластични фрем се деформисао и као што је већ наведено, чекао се први већи планирани застој или, у овом случају, инвестициона поправка. Демонтажу и монтажу фрема смо радили по следећем технолошком поступку.

6. 1. ПРИПРЕМНИ РАДОВИ

- а) планум радилишта мора бити раван, без уздужног и по пречног нагиба (слика 2)
- б) целокупно радилиште системом одводних канала обезбедити од евентуалних бујица,
- ц) припрема (прављење) скела и постављање хидрауличних дизалица, њихов распоред и врсту, видети на слици 4
- д) пре навожења, са справе се детаљно уклањају наслаге материјала,
- е) справа се након чишћења навози на планум и поставља у прописани ремонтни положај, видети слику Изглед радилишта роторног багера SRs 1200
- ф) справа се осигурава од сваког нежељеног кретања
- г) обезбедити прилазне и манипулативне путеве на радилишту.



Слика 2. Планум радилишта

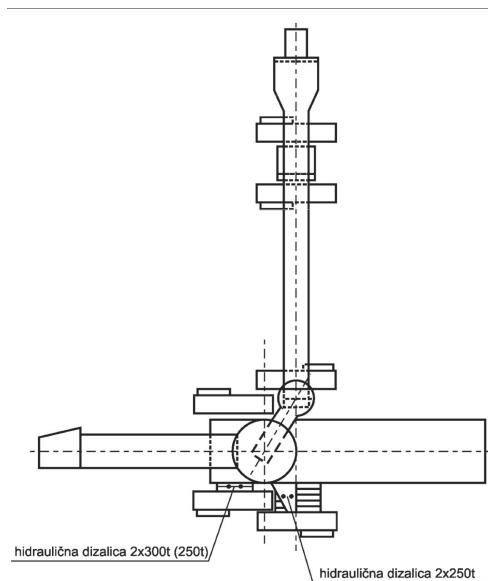
6. 2. ДЕМОНТАЖА (МОНТАЖА) ФРЕМА

1. Раскачити оба гусенична ланца (слика 3)



Слика 3. Раскачивање гусеничних ланаца

2. Задизање једне стране транспорта (слика 4).



Слика 4. Задизање једне стране транспорта

3. Извлачење оба гусенична ланца.
4. Демонтажа носећих колица, 6+6 ком. (слика 5)



Слика 5. Демонтажа носећих колица

5. Демонтажа редуктора транспорта у склопу са погонски м точком.
6. Демонтажа осигурања фрема.
7. Демонтажа (“свлачење” са полуосовине) фрема:
 - а. цевополагач се поставља и везује (качи) фрем на страни редуктора,
 - б. дизалица носивости 40 т се поставља и везује фрем на страни затезног точка,
 - ц. након обостраног прихватања и растерећења полуосовине, приступа се “свлачењу” фрема.

За овај поступак (“свлачење” фрема) користимо колску дизалицу, винту, ком. 2, којом, одупирањем од багер полако и синхронизовано са механизацијом “свла чимо” фрем. У случају да колске дизалице не могу да покрену фрем са полуосовине приступа се коришћењу хидрауличних дизалица.

8. Демонтажа осигурања полуосовине.
9. Демонтажа полуосовине.
 - за избијање полуосовине користимо “штицну”.
10. За транспорт фрема у радионицу користимо вучни воз.
11. Монтажа полуосовине и фрема иде обрнутим редоследом .

6. 3. СТРУКТУРА И БРОЈ РАДНЕ СНАГЕ ТЈ. ИЗВРШИОЦА И ОПИС ПОСЛА

Машински пословођа	Пословођа на операцији	1
ВК. маш. бравар	Припрема, демонтажа, монтажа, осигурање фрема	2
КВ. маш. бравар	Припрема, демонтажа, монтажа, осигурање фрема	2
ВК. Електричар	Остварење свих електро предуслова ове операције	1

6. 4. УКУПНО НОРМА САТИ

*РАДНО ВРЕМЕ: 12 часова

*РАДИ СЕ: 2 дана

Извршиоци	Потребан број	Дана	Часова	Укупно часова
Машински пословођа	1	2	12	24
ВК. маш. бравар	2	2	12	48
КВ маш. бравар	2	2	12	48
ВК. електричар	1	2	12	24

6. 5. ПОТРЕБНА ОПРЕМА И АЛАТ

Челично уже, Ø36 са дуплом омчом	kom. 4
Малотне, носивости Q=25t	kom. 4
Хидраулични агрегат	kom. 1
Хидраулична дизалица са поседивим прстеном, Q=300t	kom. 2+1
Хидраулична дизалица са поседивим прстеном, Q=250t	kom. 2+1
Потисни вод високог притиска, ком. 6	Ukupno L=20m
Манометар	kom. 4 (2)
Прикључци R ³ / ₄ , спојнице, заптивачи	kom. 5+5+20
Компензационе челичне плоче 30x550x550	kom. 4
Браварски алат	2 kompleta

6. 6. АНГАЖОВАНА МЕХАНИЗАЦИЈА

Аутодизалица "PH 670" 70t/min 40t/	kom. 1
Цевополагач	kom. 1

6. 7. ХАРМОНОГРАМ РАДОВА

РАДОВИ	DANI							
	1				2			
Припремни радови	■							
Монтажа хидраулике	■	■						
Задизање фрема		■						
Извлачење ланца папуча и демонтажа потребних склопова			■	■				
Демонтажа фрема				■				
Монтажа фрема					■			
Монтажа склопова и делова						■	■	
Осигурање							■	
Демонтажа опреме и алата							■	
Функционалне пробе								■

7. ПРЕДЛОЗИ ЗА ПОБОЉШАЊЕ ТРЕНУТНОГ СТАЊА СА АСПЕКТА ОДРЖАВАЊА

Ситуација у РБ Колубара је тешка, као и у целој држави. Највећи проблеми су мањак радне снаге и недостатак резервних делова, као и опреме генерално. Према мом мишљењу, неопходно је запослити додатне квалификоване раднике који би се трудили да науче посао и који би квалитетно и савесно приступали обавезама.

Такође, економске прилике у фирми не дозвољавају редовну замену свих неопхондних делова, што представља проблем како за обављање посла, тако и за безбедност радника. Будући да су средства ограничена, и да додатни фондови у скоријој будућности неће бити доступни, предложио бих фокусирање главнице средстава који су на располагању на уклањање узрока проблема уместо на санирање последица када год је то могуће. Моје лично мишљење је да се приликом израда планираних инвестиција (ремонта) превентивно скида фрем и шаље у фабрику где би се радило оплемењивање (разне врсте триболошких превлака које би учиниле дужим његов животни век). На багеру SRs 1200 има 6 фремова, па би било непрактично да се сви истовремено пошаљу на оплемењивање. У том случају би се радило оплемењивање једног фрема по ремонту. То значи да би сваки фрем имао циклус оплемењивања сваке шесте године.

8. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

За целокупну економију наше државе веома је битна производња угља у РБ Колубара. Један од багера прека кога се остварује та производња је багер SRs 1200 (Глодар1). У питању је веома стар багер (направљен је 1966. године), али је и поред тога веома поуздан. При производњи угља једна од битнијих ствари је и транспорт багера. Без доброг транспорта нема ни производње угља, а фрем је од централног значаја за транспорт. Багер, као и свако тело, стоји на три тачке ослоња. Две од те три тачке су фремови на транспорту. Ако би се којим случајем десила нека хаварија озбиљнијег карактера могло би доћи и до падања багера. То је најважнији разлог због кога је битно радити правовремено и квалитетно одржавање фрема.

9. ЛИТЕРАТУРА

- 1] П. Тодоровић, Основи одржавања, Универзитет у Крагујевцу, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2016.
- 2] М. Пантелић, Технологије одржавања рударских машина на површинским угљенокопима, Електропривреда Србије, Београд 2010.
- 3] Каталог роторног багера SRs 1200x24/4x0+VR
- 4] Упутство за репаратуру роторног багера SRs 1200x24/4x0+VR
- 5] http://www.rbkolubara.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=184&lang=en
- 6] Репаратурна упутства произвођача рударских машина
- 7] Каталози произвођача рударских машина
- 8] Техничка документација
- 8] Каталог расположиве механизације, ЈП РБ Колубара, Лазаревац 1996.