

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Петар Д. Миливојевић
Одржавање линије за бојење лима у Импол
Севал ваљаоници алуминијума а.д. Сегојно
завршни рад

Крагујевац, 2018.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинство
Ниво студија: Основне академске студије
Модул: Производно машинство
Предмет: Основи одржавања
Број индекса: 709/2017

Петар Д. Миливојевић
Одржавање линије за бојење лима у Импол
Севал ваљаоници алуминијума а.д. Севојно
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др Петар Тодоровић - ментор
2. _____
3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру завршног рада кандидат треба да кратко прикаже примењену методологију одржавања у Импол Севал ваљаоници алуминијума а.д. Севојно, са посебним освртом на одржавање линије за бојење лима.

Препоручена литература:

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

У Крагујевцу, 18. 09. 2018. године

ментор:
Проф. др Петар Тодоровић

Изјава о самосталној изради рада

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

Петар Д. Миливојевић, 709/2017

Abstract

This paper presents the basic procedures for maintenance of the prepainted coils and sheets, in Impol Seval Aluminum rolling mill a.d. Sevojno. The condition of the system is influenced by the design, maintenance, correct state of system elements and their proper assembly, education of employees who are working with the system, as well as a number of other influential factors. Also this paper deals with the basic procedures for maintenance of the prepainted coils and metal sheets. Also is shown and stated the part of practical application of the technical diagnostics.

Key words: maintenance procedures, technical diagnostics, painting production line, technical system.

Резиме

У раду приказани су основни поступци одржавања линије за бојење лима, у Импол Севал ваљалоници алуминијума а.д. Севојно. На рад самог система утиче начин пројектовања, одржавања, исправност елемената система и њихове правилне монтаже, едукација запослених који опслужују дати систем, као и низ других утицајних фактора. Рад се односи на основне поступке одржавања система линије за бојење и истезање лима. Такође је приказан део у коме је наведена практична примена техничке дијагностике.

Кључне речи: поступци одржавања, техничка дијагностика, линија за бојење лима, технички систем.

Садржај

1. Увод.....	3
2. Импол Севал историјат.....	4
3. Производни програм.....	5
4. ПЈ Линија за бојење.....	7
5. Организациона структура.....	8
6. Производња бојене траке.....	8
7. Технологија израде бојених производа.....	14
8. Историја и дефинисање одржавања.....	15
9. Технички систем-дефинисање основа.....	16
10. Дефинисање стања техничких система.....	18
11. Поузданост-дефинисање.....	19
12. Веза елемената техничког система.....	20
13. Врсте веза.....	21
13.1. Редна веза елемената.....	21
13.2. Паралелна веза елемената.....	21
13.3. Пасивна паралелна веза елемената.....	22
13.4. Делимично паралелна веза елемената.....	22
13.5. Специфичне везе.....	23
13.6. Комплексне везе.....	24
14. Вибродијагностика.....	24
15. Одржавање са теротехнолошког аспекта.....	29
16. Фактори пројектовања организације.....	31
17. Контаминација и анализа продуката хабања у уљу за подмазивање и хидрауличким системима.....	32
ЗАКЉУЧАК.....	34
ЛИТЕРАТУРА.....	35

1. Увод

С' обзиром на чињеницу да усавршавањем читавог универзума, долази и до усавршавања људи самим тим и до подспешивања човека да створи себи што је могуће бољу будућност. Човек се кроз векове усавршавао и од бољег правио боље, па тако и на техничко-технолошком пољу је био све успешнији и успешнији, напредовао је из века у век, из године у годину, све до данас када је дошао у позицију да напредује из часа у час. Да бих функционисали сви ти изуми које човек патентира и произведе превасходно је потребно да се одржавају и реконструишу с'времена на време и по потреби обнављају делови система.

У овом завршном раду за одржавање таквог једног „изума“ узели смо систем линије за бојење трака и систем истезања у фабрици Импол Севал производног карактера. Одрживост система за бојење трака и система истезања искључиво зависи од одржавања и унапређивања истих, што се односи на: одржавање и обнављање система и опреме, стална едукација запослених, решавање кадровских проблема, тј. запослење младих и школованих кадрова.

За израду овог рада желео бих да упутим захвалност пре свега ментору господину др Петру Тодоровићу, ментору у производњи госпођи Стојанки Живановић, генералном директору господину Нинку Тешићу, целокупном колективу Импол Севала, као и професорима машинског одсека Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

2.Импол Севал историјат

Импол Д.О.О. из Словенске Бистрице је привредно друштво са завидном пословном традицијом која датира још од 1825. године, а прерадом алуминијума бави се од 1950. Делатност пословне групе ИМПОЛ је прерада алуминијума у ваљане, пресоване, вучене, коване, и друге врсте производа. Имполови производи се употребљавају у аутомобилској и авио индустрији, машиноградњи, транспорту, унутрашњем дизајну, електроиндустрији и грађевинској индустрији.

Пословна група ИМПОЛ обухвата 21 привредно друштво. Матично друштво пословне групе ИМПОЛ је ИМПОЛ 2000, д.д.

У Имполу је запослено 1114 радника који произведу и продају преко 110 000 тона производа годишње. Најважнија тржишта су тржиште Немачке, Италије, САД, Мађарске, Холандије, земаља Латинске Америке, Француске, Русије и Аустрије.

У октобру 2002. Године ИМПОЛ д.д. је постао власник 70% акција Ваљаонице Алуминијума из Севојна.

До 1989. године пословао је у саставу СОУР Ваљаоница Севојно, а потом, годину дана (1990) као јединствено предузеће Ваљаоница бакра и алуминијума Севојно. Почетком 1991. Ваљаоница алуминијума наставља да послује самостално, са погоном Финализације у свом саставу.

Својинска трансформација предузећа извршена је тендерском продајом у октобру 2002. године, а власник 70% капитала постаје ИМПОЛ д.д. Словенска Бистрица.

Од тада наступа на тржишту под именом ИМПОЛ СЕВАЛ Ваљаоница алуминијума а.д. Севојно.

3. Производни програм

Хладно ваљане траке

NEBOJENE			
Karakteristike	Debljina	Širina	Unutrašnji prečnik
Hladno valjane, mill finish, neivičene, neodmašćene, neistegnute	3,0 - 6,0	900 - 1650	600
Hladno valjane, mill finish, ivičene, neodmašćene, neistegnute	2,1 - 3,0	300 - 1500	500, 600
Hladno valjane, mill finish, ivičene, (odmašćene, ravnane, istegnute od 0,2-2,0)	0,2 - 2,0	20 - 600	400, 500
Hladno valjane, mill finish, ivičene, ravnane odmašćene, istegnute od 0,2-2,0	0,2 - 2,0	300 - 1500	500, 600
Hladno valjane, mill finish, ivičene, odmašćene, istegnute, ravnane do 0,8, kartonska hilzna	0,2 - 0,8	75 - 1500	300, 400, 500, 600

Слика 1. Небојене хладно ваљане траке

BOJENE			
Karakteristike	Debljina	Širina	Unutrašnji prečnik
Al i Al legure, hladno valjane, ivičene, istegnute, ravnane, ton karta RAL, laminacija	0,15-1,5	300-1500	500, 600
Al i Al legure, hladno valjane, ivičene, istegnute, ravnane, ton karta RAL, laminacija	0,15-1,5	20-600	400, 500
Al i Al legure, hladno valjane, ivičene, istegnute, ravnane, ton karta RAL, laminacija, kartonska hilzna	0,15-0,8	75-1500	300, 400, 500, 600
Čelicne trake, ton karta RAL, laminacija	0,15-1,0	1000-1500	500, 600

Слика 2. Бојене хладно ваљане траке

EMBOSIRANE			
Karakteristike	Debljina	Širina	Unutrašnji prečnik
Hladno valjane, ivičene, istegnute, ravnane, bojene, nebojene, STUCCO D2010	0,35 - 1,2	300 - 1500	500, 600
Hladno valjane, ivičene, istegnute, ravnane, bojene, nebojene, STUCCO D2010, kartonska hilzna	0,35 - 0,8	75 - 1500	300, 400, 500, 600
Al i Al legure, hladno valjane, ivičene, istegnute, ravnane, ton karta RAL, laminacija, kartonska hilzna	1,2 - 1,5	300 - 1000	500, 600

Слика 3. Ембосиране хладно ваљане траке

OREBRENE			
Karakteristike	Debljina	Širina	Unutrašnji prečnik
Hladno valjane, neivičene, reljef duet i kvintet	1,5/2,0 – 5,0/6,5	1000 - 1530	600

Слика 4. Оребрене хладно ваљане траке



Топло ваљане траке

DIMENZIJE				
Debljina	Širina	Prečnik Di/Do	Težina	Namena
6,0-10,0 za Al- 1050 6,5-8,0 za legure	900-1650 zaviso od legure i debljine	600/1500	maks 7	dalja prerada

Слика 5. Топло ваљане траке



Топло ваљане плоче

DIMENZIJE			
Debljina [mm]	Dužina [mm]	Širina [mm]	Tehnički uslovi
10-15	do 3000 - izravnanе do 6000 - neizravnanе	do 1550 zaviso od legure i debljine	standard kao za tople valjane trake
15-300	do 3000 - neizravnanе		

Слика 6. Топло ваљане плоче



Лимови

NEBOJENI, BOJENI, EMBOSIRANI, OREBRENI				
Vrsta limova	Karakteristike	Debljina	Širina	Dužina
NEBOJENI	Hladno valjani, mill finish, ivičeni, istegnuti, ravnani, eloksai kvalitet	0,5-2,0 istegnuti i ravnani 2,1-5,0 neistegnuti	600 - 1600	600 - 6000
BOJENI	Hladno valjani, ivičeni, ravnani, istegnuti, ton karta RAL	0,5 - 1,5	600 - 1500	600 - 6000
EMBOSIRANI	Hladno valjani, ivičeni, ravnani, istegnuti, bojeni, nebojeni, reljef STUCCO D2010	0,5-1,2 1,2-1,5 Al(1050)	600-1500 800-1000	600 - 6000
OREBRENI	Hladno valjani, neivičeni, reljef duet i kvintet	1,5/2,0 – 5,0/6,5	1000 - 1500	600 - 6000

Слика 7. Лимови



4.ПЈ Линија за бојење

Од самог почетка рада 1974 год.Ваљаоница алуминијума поседује линију за бојење трака.Међутим због застарелости старе линије за бојење набављена је нова линија за бојење која је 2012 год. пуштена у пробни рад.Нова линије је купљена од произвођача Глобус из Италије.Инсталирана је у новој хали и њена дужина је око 94м.Због тога је ова нова линија смештена на три нивоа.Планирана месечна производња линије у овом моменту је око 1000 t месечно.Капацитет нове линије за бојење је 20.000 до 25.000 t годшње.

На овој линији могу да се боје алуминијумске траке дебљине од 0,15-1,5 mm,ширине до 1650 mm и тежине до 15t,али најчешће се боје траке минималне дебљине 0,22mm.Поред бојења алуминијумских трака,на линији може да се боји и челик (траке дебљине од 0,15 до 1,0 mm).

Оптимизацијом линије за бојење сада могу да се боје алуминијумске траке до 2mm.

Линија за бојење је организована као посебна производна јединица.Због саме специфичности процеса бојење производна јединица је организована.

- Производња бојене траке,
- Технологија израде бојених производа,
- Лабораторија линије за бојење.

Линија за бојење користи две сировине за добијање готовог производа и то:

- Траке и
- Боје.

Да би боја стигла потребно је да прођу 3 недеље од датума наручивања боје.Линија за бојење ради у две смене и располаже са преко 500 врста и нијанси боја.У једној смени може да се промени и до 10 различитих боја.

5.Организациона структура

- Управник ПЈ Линија за бојење
- Главни инжењер линије за бојење
- Технолог линије за бојење I.....2
- Технолог линије за бојење II.....3
- Пословођа линије за бојење.....2
- Руковалац одмоталице и намоталице I.....3
- Руковалац одмоталице и намоталице II.....6
- Руковалац у комори I.....4
- Руковалац у комори II.....2
- Руковалац у комори III.....2

6.Производња бојене траке

Технолошки процес бојења алуминијумске траке почиње допремањем котура обрађене алуминијумске траке са машине за ађустажу В8/2. В8/2 је линија за истезање,равнање и одмашћивање трака.Допремљена трака се ставља на транспортер одмоталице.На почетку линије налази се улазна секцију коју чине две одмоталице и улазни акумулатор.Процес почиње на одмоталици,где се одмотавају траке унутрашњег пречника,Ø 500 и Ø 600,а улазни акумулатор служи да акумулира траку како би омогућио да се процес бојења одвија у континуитету,без прекида.Функција одмоталице је да дозволи одмотавање траке уз правилну контролу затезања,приказано на слици 8.Такође опремљена је уводним ваљком како би котур био затегнут приликом увођења траке према притисном ваљку,док траку не преузме сами притисни ваљак,као и да обезбеди аутоматско попречно кретање котура,како би оса траке била центрирана.



Слика 8. Систем одмотавања

Ако се узме да је дужина траке 120 метара,при брзини бојења од 60 метара у минути, акумулатор,приказан на слици 9,омогућава руковаоцу два минута да настави траку и почне процес одмотавања следеће траке пре него што акумулатор досегне свој минимум, односно пре него што се процес бојења прекине.Кад год дође до заустављања бојења настаје шкарт.



Слика 9. Систем акумулирања траке

Затим траке иду на прање и одмашћивање.

На спрату се налазе четири каде,две са детергентом,а две са деми водом за испирање. Ова секција се налази и на В8,с тим што се овде процес понавља јер трака мора бити потпуно чиста пре наношења боје.Приликом одмашћивања важно је подесити температуру и концентрацију детергента.Температура воде са детергентом је око 55°C,а деми воде око 50°C.Након тога трака иде на сушење.Када се трака осуши долази у секцију где се наноси хемијска припрема,(раствор на бази титанијума и цирконијума),приказано на слици 10.

Титанијум се наноси ако се бојена трака користи у грађевинској индустрији, а цирконијум за прехранбену индустрију. Она омогућава да се трака односно метал сједини са основном бојом-прајмером.



Слика 10. Хемијска припрема

После хемијске припеме трака иде на сушење након чега долази у комору у којој се наноси заштитни лак, прајмер или основна боја. Процес је приказан на слици 11.

- заштитни лак (плавичаст / транспарентни безбојни) у стандардном наносу од $5\pm 1\mu\text{m}$;
- прајмер у стандардном наносу од $5\pm 1\mu\text{m}$;
- боје (полиестер) у стандардном наносу од $23\pm 2\mu\text{m}$ са прајмером.



Слика 11. Наношење прајмера

Боје се такође могу наносити и директно на хемијску припрему, али онда неће имати исте карактеристике (нијансу, савијање, сјај итд.) као када се наносе преко прајмера. Постоје посебни уређаји којима се одређује дебљина нанетог слоја у складу са захтевима купаца и могућностима линије.

Прајмер везује боју са металом (Ал). Обично се прајмер наноси са једне стране а лак са друге. То зависи од намене траке. Након наношења прајмера трака се уводи у пећи за печење, односно сушење боје. Доња пећ за печење примарне боје је дугачка 18 метара и има 4 зоне. Боја се суши помоћу врелог ваздуха који се помоћу млазница удубава директно на траку са обе стране.

Температура печења боје је од 210-250°C (температуру печење прописује произвођач боје).

Након печења боје трака се хлади ваздухом и водом. Затим поново долази у комору где се наноси завршна боја, након чега се понавља процес печења боје и хлађења траке, исто као и после наношења прајмера. У комори се налазе три микрометра помоћу којих се мери дебљина прајмера, односно боје.

На пећима за печење боје се налазе пирометри за мерење температуре. Температура у пећима је константна. Када изађе из пећи трака се хлади ваздухом и водом и почиње процес намотавања траке на намоталици. Излазни акумулатори има исту улогу као на почетку процеса, даје време руковаоцу да скине траку са намоталице након што се намота. За тај процес има два минута.



Слика 12. Изглед финалног производа

Са шефом линије за бојење сам обишао и просторију у којој се врши припрема боје у којој се налазе радијатори који регулишу температуру и миксер помоћу кога се боја меша. Затим сам обишао и постројење за прављење деми воде која се користи за прање и за хлађење трака.

За добијање ове воде се користи обична пијаћа вода тако што се различитим процесима одстрањује хлор. Такође деминерализована вода се поред линије за бојење користи и на B2 и B8.

Отпадне воде које настају у току процеса бојења (прањем трака и остало) се пречишћавају и испуштају у Ђетињу.

Читав процес бојења пажљиво се прати, за мониторинг користи се софтверско решење приказано на слици 14, које указује на чињенично стање читавог процеса и у сваком тренутку може се деловати.

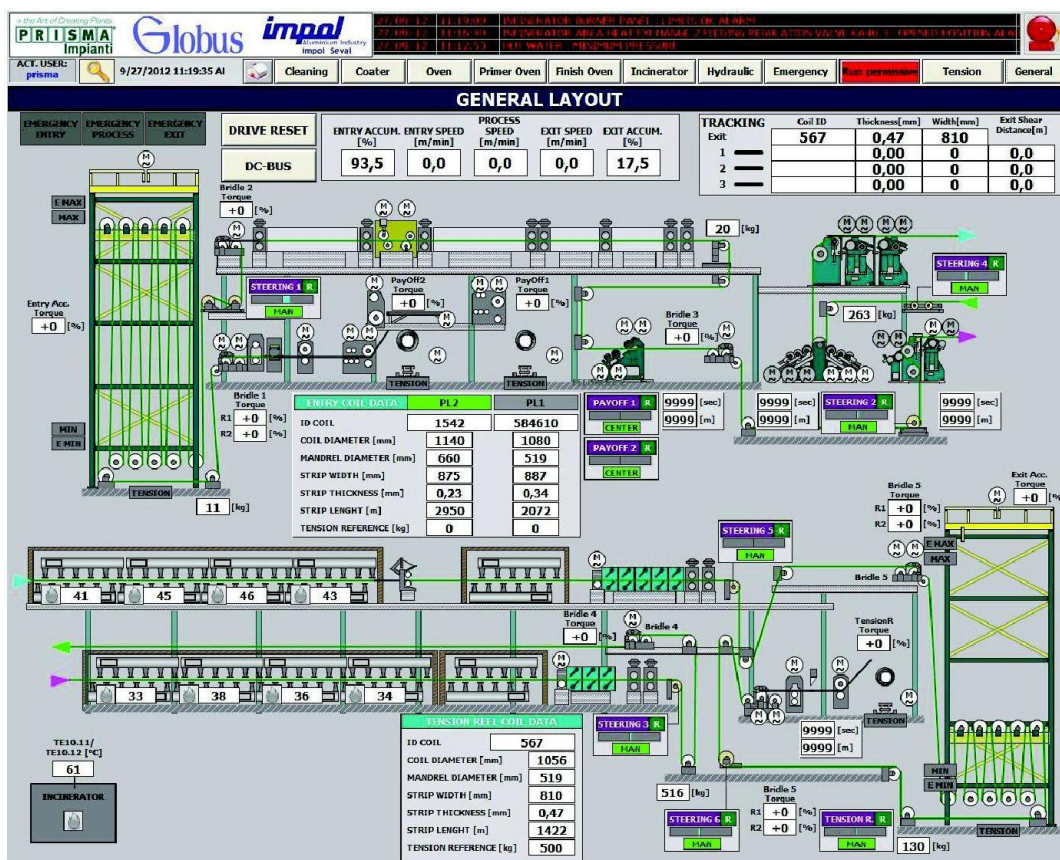
Приликом процеса наношења боје на траку долази до трошења полиуретанског ваљка, чиме долази до одступања од цилиндричности и самим тим до неравномерног наношења и истискивања боје.

Један од задатака службе одржавања је управо одржавање стања овог ваљка, приказаног на слици 13, како би производња одржала висок ниво квалитета бојене траке.

Када се појаве назнаке да може доћи до одступања од цилиндричности, ваљак се демонтира и шаље у Технику, где се врши његова обрада и задају се нове мере како би се одржало стање максималне ефективности и ефикасности поризводно техничког система.



Слика 13. Обрада и одржавање цилиндричности полиуретанског ваљка



Слика 14. Софтверско решење за покретање и мониторинг читавог процеса бојења

7.Технологија израде бојених производа

Испоручилац премазног средства дужан је да уз сваку испоруку достави влажан узорак премазног средства од сваке шарже са атестом и лабораторијским панелом.

Шеф линије за бојење прати да ли је у лабораторији обезбеђено довољно панела за наношење премазних средстава.

Шеф линије за бојење организује достављање приспелих узорака са пратећом документацијом у лабораторију ПЈ линије за бојење.

Технолог линије за бојење II код пријема проверава комплетност документације и евидентира приспеће влажног узорка у „Евиденција приспећа премазног средства,, .

Технолог линије за бојење II уписује датум пријема на конзерву са узорком премазног средства и на атест произвођача.

Ако уз испоруку није стигао влажан узорак,панел или атест,главни комерцијалиста продаје и набавке накнадно тражи од испоручиоца премазног средства потребан узорак или недостајући атест.

Технолог линије за бојење II врши припреме за наношење премазног средства. Шпахтном умешава боју у конзерви,припрема температурне траке по одговарајућем упутству за операцију,припрема пећ за печење боје по одговарајућем упутству за рад.

Пре наношења премазног средства на панел,технолог линије за бојење II врши испитивање влажног узорка.

Премазно средство технолог линије за бојење II наноси на панел ручно,спиралом, а затим ставља панел у пећ за печење боје и поступа по одговарајућем упутству за рад.

После 24 часа од наношења премаза врши се тестирање сувог филма боје.Сва испитивања се врше у односу на референтни узорак-еталон.

8.Историја и дефинисање одржавања

Одржавање представља комбинацију техничких, административних и управљачких активности које се спроводе у току радног века једног техничког система у циљу задржавања или обнављања стања у коме он може да обавља своју функцију. Као никада до сада, човек и његов опстанак зависе од стања у коме се налазе технички системи који га окружују, почев од производних, електроенергетских, транспортних, информационих, кућне технике, медицинке опреме и сл. Ова чињеница је више него довољна да се закључи да је важно располагати одређеним знањима и вештинама из области одржавања.

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. Почетком Другог светског рата долази до појаве масовне и серијске производње почиње да се мења приступ, што доводи до значајног унапређења функције одржавања. Са појавом индустријске револуције долази до развоја производне опреме у фабрикама које су имале за циљ да обезбеде планирану производњу. Самим тим условило се да дође до енормних промена у индустрији и производна опрема постаје све сложенија, што је наметнуло и промене у систему организације и односа према производњи. Јавља се све већа потреба за одржавањем, односно за људима који поседују мултидисциплинарна знања, што утиче на развој целокупног система одржавања.

У почетку систем одржавања заснивао се на принципу заменити део тек након отказа и тада је тај принцип био задовољавајући. Тај приступ назива се корективно односно реактивно одржавање.

Тек у периоду након Другог светског рата, педесетих и шездесетих година, долази до појаве фабрика које имају технолошки захтевне производне процесе, што подразумева веома висока иницијална улагања. Проблем расположивости производне опреме у дужем временском интервалу постаје све видљивији и то утиче на стварање нових приступа у области одржавања. По први пут јавља се нови концепт одржавања-превентивно одржавање, које за циљ има проналажење и отклањање стања које може изазвати појаву отказа, а самим тим и застоја у производњи. У пракси почињу да се примењују периодични прегледи машина и први извештаји о отказима производне опреме који за циљ имају спречавање понављања истог проблема. Ово је представљало велики напредак у систему одржавања. Активности у области одржавања заснивале су се на рутинским прегледима производне опреме које су радници одржавања углавном спроводили на основу искуства и на основу којих су вршили оцену стања производне опреме.

Концепт превентивног одржавања тада прелази у превентивно-планско одржавање у коме се све активности одржавања планирају пре него што се укаже потреба за њиховим спровођењем.

Након превентивно-планског одржавања јавља се превентивно одржавање према стању које има за циљ праћење параметара који имају утицај на технички систем и његово понашање. На основу ових активности могуће је снизити вероватноћу појаве изненадних отказа, предвидети активности одржавања које је потребно спровести на производној опреми и идентификовати њено стање, што има за циљ одржање опреме на одређеном нивоу поузданости.

Концепт одржавања који се релативно скоро јавио у индустрији је проактивно одржавање. Проактивно одржавање је базирано на сталном праћењу и контроли основних узрочника отказа и активностима на њиховом елиминисању или значајном смањењу њиховог негативног дејства.



Слика 15. Методе одржавања

9. Технички систем-дефинисање основа

Технички систем је вештачки систем који је настао посредним или непосредним деловањем човека. Већина својстава техничких система има све карактеристике природних система, а то су:

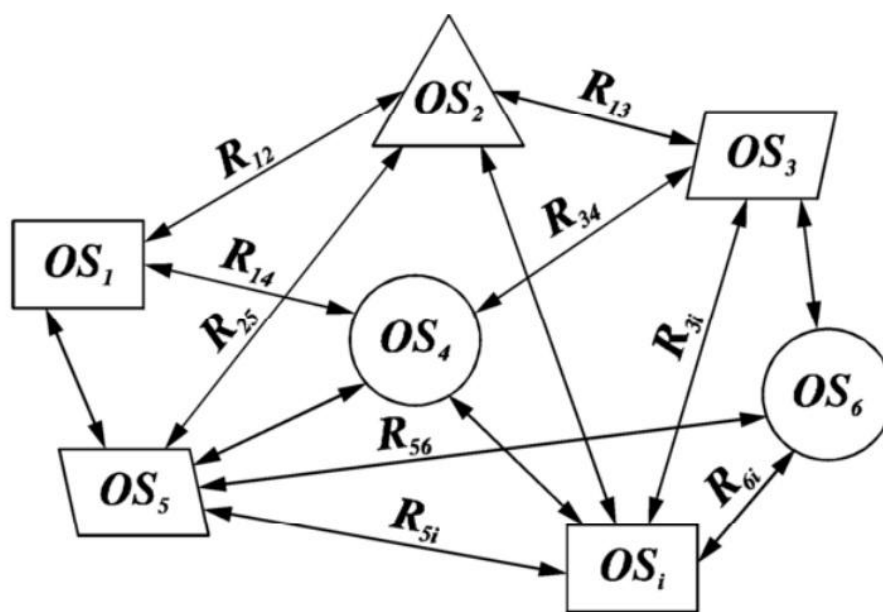
- целовитост,
- адаптивност,
- стабилност,
- затвореност (отвореност),
- повратна спрега и сл.

Техничким системима по својој природи припадају обични алати и прибори, као и савремена постројења и направе.

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.

Сваки технички систем је састављен од подсистема, односно елементарних или основних система (OS_i).

Основни системи су међусобно повезани релацијама (RE_{ij}). Уколико постоји интеракција између елемената система и околине систем је отворен, док је у супротном затворен.



Слика 16. Елементи и њихова интеракција у техничком систему

Технички системи су динамички и детерминистички.

- Динамичност одређују управљачке акције које доводе до промене стања система у времену. Ове промене се одвијају због преноса и трансформације енергије, материје и информација.

- Детерминистика је присутна због могућности дефинисања стања система у сваком временском тренутку и прогнозирања будућих стања у зависности од дејства управљачких акција.

- Са аспекта карактеристика може се појавити широк спектар различитих техничких система. То наводи и на специфичне и различите приступе код дефинисања стратегије и метода њиховог одржавања у зависности од конкретног техничког система који је предмет одржавања

10. Дефинисање стања техничких система

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



Слика 17. Карактеристичне величине техничког система

Са техничког аспекта, стање система дефинише се скупом физичких параметара. Праћењем промена ових параметара у времену доноси се закључак о стању техничког система. Карактеристичне величине могу се представити као вишедименионални вектори и то:

- вектор улаза $U(u_1, u_2, \dots, u_n)$,
- вектор унутрашњих величина система или карактеристика режима рада система $S(s_1, s_2, \dots, s_m)$ и
- вектор излаза $I(i_1, i_2, \dots, i_r)$.

Стање техничког система у неком временском тренутку може бити:

1. у раду $I = j(U, S, t)$
2. у отказу $I^* = j^*(U, S^*, t)$

j - је функција циља техничког система.

Са аспекта функције циља техничког система битно је пратити вектор излаза из система, при тачно дефинисаном улазном вектору. Излаз при контролисаном улазу зависи само од карактеристика режима рада, одн. унутрашњих величина система. Уколико дође до промене унутрашњих величина система (S^*), одн. функције циља техничког система (j^*), доћи ће до промене излазних величина (I^*).

Промена излазних величина (параметара) техничког система, при константном (или контролисаном) улазу је знак да се технички систем налази у стању “у отказу”. Скуп активности из области одржавања треба да обезбеди да параметри стања (излаза) техничког система буду у границама дозвољеног одступања.

У току експлоатације технички систем је изложен дејству околине (влага, прашина, вибрације, топлота и сл.). Поред утицаја околине постоји и унутрашње дејство, чији је извор сам систем.

11.Поузданост-дефинисање

Поузданост је вероватноћа,на одређеном нивоу поверења,да ће систем успешно,без отказа,обавити функцију за коју је намењен,унутар специфицираних граница перформанси,у току специфицираног времена трајања задатка,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.

Такође поузданост можемо дефинисати и као вероватноћу да ће неки технички систем успешно (без отказа) обављати функцију уз задовољење постављених критеријума циља.

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

- од броја елемената и
- њихових међусобних веза.

Елементе система можемо сврстати у четири основне групе:

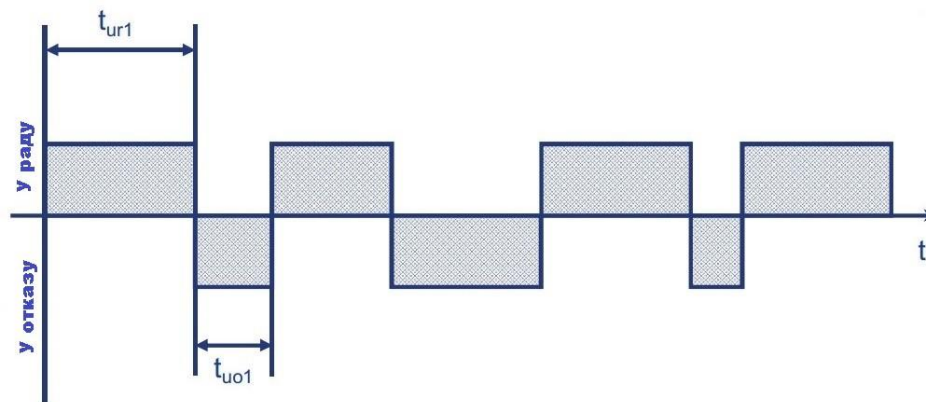
- елементи чији отказ практично не утиче на поузданост система,
- елементи чија се радна способност не мења у разматраном временском периоду,
- елементи чија се поправка или подешавање изводи у току обављања функције техничког система,
- елементи чији отказ проузрокује отказ система.

За добијање прорачуна поузданости система постоје три различита приступа:

- математички модел,
- симулацијске методе (метода Monte Carlo),
- метода одређивања граничних вредности (метода граница).

Основни показатељи поузданости:

- укупно време у раду,
- укупно време у отказу,
- средње време у раду,
- средње време у отказу,
- средње квадратно одступање,
- функција поузданости,
- функција непоузданости,
- функција учесталости стања у отказу,
- функција интензитета отказа.



T_{ur1} - време у раду
 T_{uo1} - време у отказу

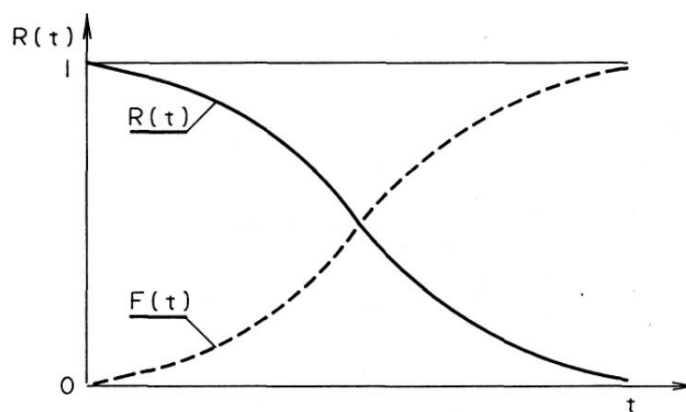


График функције поузданости и непоузданости

$$F(t) + R(t) = 1$$

Један од основних појмова који се јављају код поузданости је редувантност и она представља својство или карактеристику система да избегне застој у процесу рада и у случају када дође до отказа неке компоненте система.

12. Веза елемената техничког система

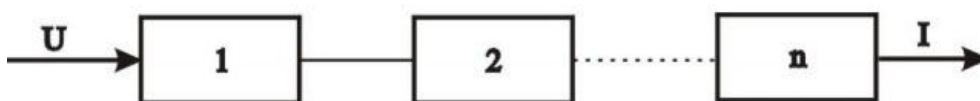
Структуру техничких система карактерише скуп елемената и релација (веза) између њих и њихових карактеристика, сједињених међусобно у целину која мора да задовољи све захтеве везане за обављање функције.

Намеће се закључак да поузданост обављања функције система не зависи само од квалитета саставних елемената већ и од одређености њихових веза.

13.Врсте веза

- редне,слика 18.
- паралелне,слика 19.
- пасивно паралелне,слика 20.
- делимично паралелне,слика 21.
- специфичне (квази редне-слика 22. и квази паралелне-слика 23.) и
- комплексне (комбинација претходно наведених),слика 24 .

13.1.Редна веза елемената



Слика 18. Редна веза

При отказу само једног елемента долази до отказа целог система.При томе се не може успоставити захтевани однос између улаза U и излаза I .

Како отказ сваког од n елемената представља случајан догађај,онда је и поузданост система:

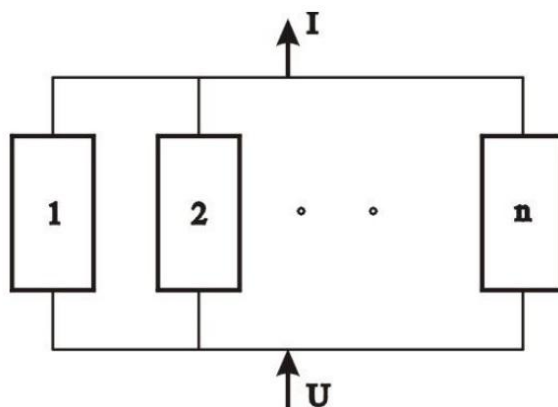
$$R_s = R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_n = \prod_{i=1}^n R_i$$

R_i - поузданост појединих елемената и

R_s - поузданост система.

Што је већи број елемената техничког система повезано редном везом то је поузданост система мања.

13.2.Паралелна веза елемената



Слика 19. Паралелна веза

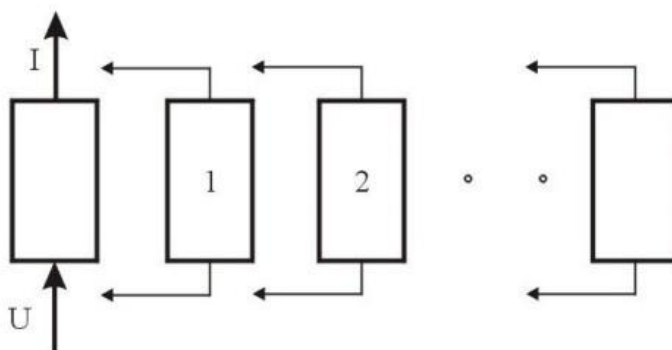
Отказ система техничког настаје само у случају када сви елементи у систему откажу.

Непоузданост система представља вероватноћу отказа свих елемената а,поузданост система је вероватноћа да не откажу сви елементи.

$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i)$$

Што је већи број елемената техничког система повезано паралелном везом то је поузданост система већа.

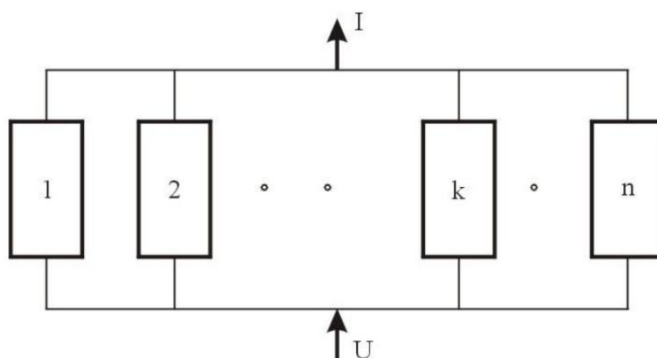
13.3.Пасивна паралелна веза елемената



Слика 20. Пасивна паралелна веза

Пасивна паралелна веза подразумева уградњу паралелног елемента тако да се његово укључивање у рад остварује само у случају да дође до појаве отказа елемената који је био активан,односно на елементу коме овај паралелни елемент представља резерву.

13.4.Делимично паралелна веза елемената

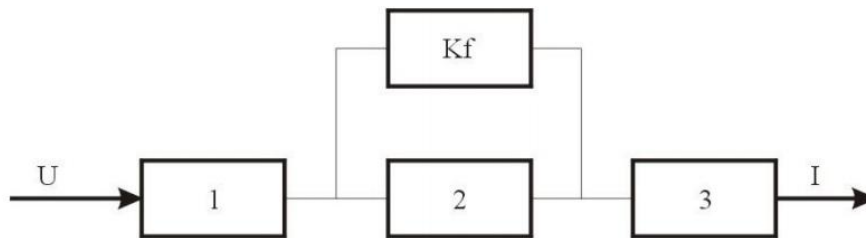


Слика 21. Делимично паралелна веза

Систем са елементима повезаних делимичном паралелном везом је онај систем који може извршити одређене задатке са минималним бројем елемената система (са смањеним перформансама).

13.5. Специфичне везе

-Квази редна веза



Слика 22. Квази редна веза

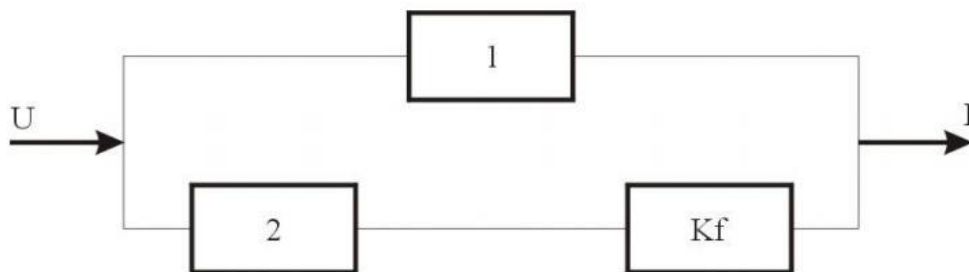
У случају присуства квази редне везе, отказ једног, или чак више елемената, не доводи до отказа.

- Систем наставља рад, али са погрешним карактеристикама.
- Поузданост система се дефинише на следећи начин:

$$R_s = R_1 [1 - (1 - R_2) \cdot (1 - k_f)] \cdot R_3$$

Kf- фиктивни елемент система са аспекта погоршања услова рада

-Квази паралелна веза



Слика 23. Квази паралелна веза

Однос перформанси гране са елементом (2) и гране са елементом (1) мањи је од јединице.

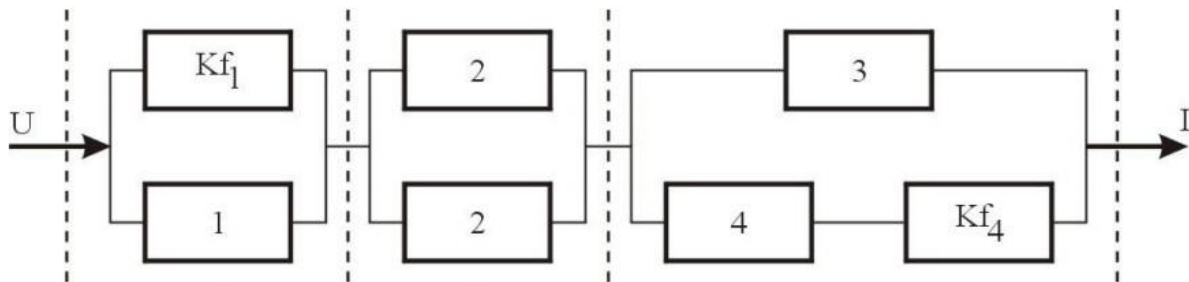
- Услед отказа гране 1, укључује се паралелна грана, али систем неће остварити исте перформансе, поузданост је умањена за фактор k_f .

- Поузданост система се дефинише на следећи начин:

$$R_s = 1 - (1 - R_1) \cdot (1 - R_2 \cdot k_f) \cdot R_3$$

13.6. Комплексне везе

Комплексне везе представљају комбинацију свих напред наведених веза. Ова врста веза између елемената су најчешће присутне код техничких система.



Слика 24. Комплексна веза

14. Вибродиагностика

Код свих техничких система код којих постоји међусобно релативно кретање елемената долази до генерисања механичких сила. Поред тога, током експлоатације техничких система долази до хабања елемената, промене геометријског положаја појединих елемената, радног оптерећења, промене стања подмазаности, и др. Све то доводи до промена механичких сила које се генеришу унутар техничког система, односно до промене стања техничког система.

Механичке силе, као побудне силе, доводе до осциловања техничког система, тако да се праћењем осцилаторног понашања система (мерењем и анализом вибрација) може закључити у каквом се стању посматрани технички систем налази.

Вибродиагностика је метода техничке дијагностике заснована на мерењу и анализи вибрација у циљу одређивања стања посматраног техничког система.

Вибрације најчешће настају као последица:

- неуравнотежености обртних маса,
- прелазних режима у току експлоатације (залетање/успоравање, удари и др.),
- хабања елемената у контакту (котрљајни и клизни лежајеви, зупчаници, каишници...) и
- основне функције циља техничког система (вибрациона сита, вибрациони транспортери и сл.).

Код највећег броја техничких система вибрације су непожељне јер:

- повећавају ниво оптерећења неких елемената (лежајеви, вратила и сл.),
- интензивирају лом механичких компонената,
- доводе до слабљења раздвојивих веза (завртњи, клинови, итд.),
- доводе до отказа електронских компонената и система,
- доводе до оштећења изолације каблова који се додирују,
- проузрокују буку и изазивају оштећења и обољења код човека.

Током експлоатације техничких система долази до генерисања принудних сила које обично настају као последица масене неуравнотежености обртних маса, несаосности вратила, лошег стања лежајева и сл. Сви ови чиниоци представљају узрок лошег погонског стања. Принудне силе се, у зависности од материјалних карактеристика (броја степени слободе, масе, крутости, пригушења) техничког система, испољавају кроз динамичко понашање, односно преко вибрација на ослонцима и уопште вибрација целог техничког система.

Вибрације су, дакле, последица лошег погонског стања техничког система. Било каква промена стања техничког система биће праћена променом његовог осцилаторног понашања.

Мерењем и анализом вибрација, односно применом вибродиагностике, могуће је донети закључак (поставити дијагнозу) у каквом се стању технички систем налази. Помоћу вибродиагностике је могуће открити неке од отказа у раној фази.

Практичним радом у компанији Импол Севал коришћена је управо ова врста дијагностике на ваљцима за истезање како би се утврдило тачно стање техничког система. Примећена је звучна промена у раду самог техничког система на позицији спојнице, између погонског мотора и редуктора. Звучна промена специфично била је изражена приликом покретања и заустављања рада техничког система.



Слика 25. Технички систем на коме је вршена вибродијагностика



Слика 26. Уређај за мерење вибрација



Слика 27. Место мерења вибрација

Измерене вредности вибрација прелазиле су дозвољене границе, што указује на неправилан рад техничког система и да је потребно предузети одређене мере и активности из области одржавања. Даљи кораци су утврђивање тачног узрочника ових вибрација и давање предлога мера како би се систем вратио у првобитно стање и како би се спречила појава евентуалног отказа система.

Даљом демонтажом елемената техничког система уочено је следеће стање (слика 28):



Слика 28. Уочено стање

- Технички систем обавља пројектовану функцију али уз могућност појаве отказа
- Манифестује се повећана јачина буке услед повећаних вибрација
- Услед триболошке интеракције елемената који су у контакту дошло је до оштећења зупчаника
- У мазиву налазе се продукти хабања који још више подстичу брзу деградацију елемената система
- Површине које су у контакту неправилно су подмазане,количина мазива је превелика (неадекватна)

Потребно је предузети следеће кораке:

- Извршити демонтажу преосталих оштећених елемената
- Очистити све контактне и околне површине
- Заменили оштећене радне елементе новим,слика 29
- Извршити адекватно подмазивање
- Подесити саосност између погонског мотора,вратила,спојнице и редуктора
- Технички систем пустити у пробни рад
- Извршити вибро мерење
- Уколико параметри су задовољавајући одобрити пуштање у рад производно техничког система



Слика 29. Замењени елементи производно техничког система

15. Одржавање са теротехнолошког аспекта

Теротехнологија, односно, технологија одржавања највећим обимом се бави проблемима одржавања техничких система, а њени основни принципи су најшире прихваћени првенствено у индустрији развијених земаља. Теротехнологија је мултидисциплинарна технологија, као комбинација инжењеринга, управљања оптимизацијом трошкова одржавања средстава рада, током читавог века трајања, од пројектовања, набавке, монтаже, пуштања у пробни рад, одржавања, реконструкције, до искључења из процеса експлоатације. Теротехнологија је комплекс активности разних врста намењен очувању основних средстава током њиховог животног циклуса.

Термин технологија је настао у Енглеској 1970. године, а први га је употребио др Јост. У оквиру теротехнологије изучавају се проблеми дизајна техничких система са аспекта поузданости и способности за одржавање, као и све активности везане за инсталирање, пуштање у рад, одржавање, модернизацију и замену техничких система.

Очигледно је, из наведеног, да теротехнологији припада широк спектар активности, чије спровођење има доминантан утицај на пословање индустријских система.

Задатак теротехнологије је да одржава што нижи збир укупних трошкова проузрокованим одржавањем, застојима у раду и смањењем вредности средстава у укупном животном веку средстава за рад.

У основи, сви технички системи нису најбоље и без грешке конструисани и израђени, па постоје делови или места на њима која су подложна отказу и често отказују. Могу се открити на почетку рада система код почетних отказа, а доста слабих места открива се касније у току рада.

Неки основни узроци појаве слабих места су:

- слабо конструкционо решење и слаба израда техничког система,
- неодговарајуће руковање и одржавање,
- технолошки процес рада није одговарајућ и
- утицај услова околине (влага, температура, механички удари...).

Подела слабих места на техничким системима може бити дата као:

1. Стална слаба места која се моментално још не могу технички отклонити или се не желе отклонити из разлога економичности. Она могу у сваком тренутку да проузрокују отказ или сметњу.
2. Стална слаба места која се понављају, а која се из техничких разлога могу отклонити само на одређено време или се, због економичности, отклањају само на неко време. Она, након времена које се условно одређује, доводе изнова до отказа или сметњи.
3. Једнократна слаба места која се, чим се препознају, могу сасвим odstrанити применом новог поступка, конструкције, материјала и сл.

За тражење слабих места на техничком систему прикупљају се одређене информације о отказима и одговарајућа документа.

На основу информација о отказима на техничким системима (по месту,средству,времену настанка,...) израчунава се и коефицијент отказа на основу кога се могу добити подаци о томе да ли на систему има слабог места или нема.

Основни извори информација за анализу отказа система су:

- производња (руковаоци системима),
- служба пегледа (служба у оквиру одржавања),
- карта понашања техничког система,
- извештај одржаваоца техничког система.

Када се слабо место открије,настају послови анализирања узрока настајања и тражења могућности побољшања истог места.За тражење слабих места прикупљају се одређене информације о отказима.Основни подаци који су потребни су: место отказа,врста,погон и одељење на коме се налази систем и датум.По потреби се складиште и подаци о застојима. Овим праћењем се,заправо генерише слика слабих места на техничком систему.

Радна способност је стање техничког система при ком је он способан да изврши своју функцију са параметрима утврђеним захтевима техничке документације.Односно, способност система да врши функцију критеријума у одређеним условима у току одређеног времена реалног процеса експлоатације.

Исправност система је техничко стање система при коме он одговара свим захтевима исправности прописаним нормативно-техничком документацијом.

Симптом је опсервација којом се додатно описује могуће стање техничког система,које се јавља у току рада.Симптом или скуп система могу да проузрокују отказ.

Дијагноза је процедура или скуп процедура којом се одређују отказ или откази који одговарају симптому или скуп симптома.

Техничка дијагностика као саставни део процеса одржавања према стању,треба да утврди техничко стање саставног дела система са одређеном тачношћу у одређеном тренутку времена.Под овим појмом треба подразумевати све активности које се спроводе у циљу оцене тренутног техничког стања система (са растављањем и без растављања система) ради предузимања планираних активности одржавања или давања прогнозе техничког стања система у будућности.

Може се користити за већину постројења у машинству.За препознавање се користе алгоритми,правила и модели ради одређивања техничког стања саставних делова система, док се код теорије праћења стања на основу дијагностичких информација и аутоматског праћења стања врши спречавање стања ” у отказу ” или се пак оно лоцира кад се појави.

Често се може догодити да је за дијагнозу стања неког техничког система потребно применити велики број дијагностичких инструмената,као и неколико метода дијагностицирања истовремено (комбиновано).

Већина методе контроле стања своди се на системску примену широко прихваћених метода дијагностицирања грешке.При том,методе за које се може рећи да су у општој употреби (праћење техничког стања,контрола мазива и праћење вибрација) покривају

веома широко подручје примене,док се неке методе доводе у везу са посебним врстама система.

16.Фактори пројектовања организације

Свака организација као ентитет,састоји се од људи,има своју сврху и своје циљеве којима тежи и има одређени степен формализације организационе структуре којима ограничава понашање њених чланова.Она представља динамичку целину,чији су делови у интеракцији.Организациона структура врши посредничку функцију између циља организације и његове реализације.Руководилачки подсистем има улогу да повеже све делове међусобом као и организацију са средином и ту спадају активности планирања и буџетирања,организовања и распореда људи,вођења и контролисања и решавања проблема који се јављају током реализације.

Организовање претставља процес оптималне равнотеже између различитих ограничења.

Поступак обликовања организације састоји се од:

- мерења стварног стања
- упоређења постојећег и пожељног
- избор облика утицаја на постојећи организациони систем.

Без обзира на приступ пројектовања организације,при утврђивању начина утицања на организацију полази се од организационих норми,тј организационих стандарда.Они су карика између задатка и функционисања,јер се кроз дефинисање организационих односа повезују појединачни задаци,носиоци задатака и укупни задатак целог система.

Технологија одржавања пресудно утиче на организациону структуру оперативног нивоа,а самим тим и на укупну организацију.

Са становишта одржавања варијабле које чине факторе групишемо у факторе:

- Циља теротехнолошке активности
- Теротехнолошких поступака и технологије
- Политике одржавања
- Стратегије одржавања
- Принципа одржавања
- Система одржавања
- Особина техничких средстава и технологије
- Броја,структуре и локације производне опреме техничких средстава

17.Контаминација и анализа продуката хабања у уљу за подмазивање и хидрауличким системима

Уља за подмазивање представљају мешавину базних уља којој се додаје велики број различитих адитива у циљу добијања жељених експлоатационих карактеристика.

Базна (основна) уља по свом пореклу и начину добијања могу бити:

- 1.Минерална- воде порекло од сирове нафте и представљају један од производа у процесу рафинације нафте,или
- 2.Синтетичка-добијају се хемијским поступком синтезе и по саставу представљају синтетизоване угљоводонике или органске полимере

Додаци базним уљима,адитиви,су синтетичке хемијске материје које се додају базним уљима у циљу добијања жељених карактеристика и прилагођавања различитим условима примене.Адитиви се додају у малим количинама,при чему се добијају следећи позитивни ефекти:

- Побољшање постојећих добрих карактеристика базних уља
- Потискивање и елиминација нежељених карактеристика базних уља и
- Додавање нових карактеристика базним уљима

Контаминација уља за подмазивање обухвата све процесе који доводе до промене његових карактеристика,односно до његове структурне и функционалне деградације.

Доказано је да је 75%-80% свих отказа хидрауличких система узроковано контаминацијом уља.

Истраживања показала су да кроз ригорозан програм контроле контаминације уља постиже се смањење броја замењених хидрауличких пумпи од 80% и смањење потрошње уља од 75%.На слици 30 приказан је један од типова уређаја за мерење количине контаминаната у уљу.

У основне контаминанте уља за подмазивање спадају:

- Механичке нечистоће (металне,челичне честице,честице обојених метала,силикати, влакна, продукти старења уља,честице корозије),
- Вода
- Продукти хемијских реакција и деградације уља.

Сви извори контаминације могу се поделити у четири основне групе које чине:

- Контаминација унета у систем у току процеса израде и монтаже
- Контаминација унета преко новог уља
- Контаминација која продире у систем из околине
- Контаминација која се генерише унутар система у току рада,као последица триболошких процеса

Услед хабања у уљу за подмазивање долази до повећања концентрације и промене расподеле величине продуката хабања.



Слика 30. Уређај за мерење количине контаминаната у уљу

ЗАКЉУЧАК

Одржавање машина и опреме у савременој индустријској производњи а самим тим и на линији за бојење лима,представља један од круцијалних задатака службе одржавања.Услед повећаних захтева за искоришћењем капацитета у производњи уз постављене високе захтеве и стандарде,успешно управљање и спровођење задатака одржавања може значити разлику између остваривања жељених циљева и дуготрајних и скувих отказа опреме.

Високим степеном аутоматизације на линији за бојење лима смањују се евентуалне грешке производње настале услед људског фактора али се повећава квалитет производа,остварује задати стандард,знатно олакшава процес рада,ствара се простор за службу одржавања и њено напредовање у технолошком пољу.

Бојене траке и лимови имају широку примену због својих предности.Као што су отпорност на корозију,мала тежина,релативно лака способност обликовања и естетски изглед самог производа.

Управо претходно наведене предности овом производу дају примену у грађевинарству,производњи кућних апарата,код транспортних средстава,саобраћајне сигнализације,итд...

На основу сакупљених података и практичног искуства закључује се следеће.Одрживост техничког система за бојење трака искључиво зависи од одржавања и унапређивања истог,што се односи на:одржавање и обнављање система и опреме,стална едукација запослених,решавање кадровских проблема,тј. запослење младих и школованих кадрова.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Петар Тодоровић, Основи одржавања, Универзитет у Крагујевцу, Факултет инжењерских наука, 2016.
- [2] Globus Technology & Engineering, Continuous coil coating line
- [3] Metal Coaters-Ohio, Maintenance manual
- [4] Хасан Авдић, Џемо Туфекчић, ТЕРОТЕХНОЛОГИЈА, Универзитет у Тузли, 2007