

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Основи одржавања

Број индекса: 9/2014

Душан М. Бркић

Аутономно одржавање CNC плазме

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

Датум одбране:

1. Проф. др Мачужић Иван -ментор

2. _____

Оцена: _____

3. _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да помоћу препоручене и шире литературе, стекне основно, а затим и шире знање о аутономном одржавању и самом концепту оджавања које се примењује у пре свега индустријским постројењима и које се односи на решавање проблема отказа машина или система. Такође, треба да се позабави и применом аутономног одржавања на CNC машини као и стварима на којима треба порадити како би се аутономно одржавање успешно имплементирало.

Препоручена литература:

1. Тодоровић П., *Основи одржавања*, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, (2016.)
2. Иван Мачужић, Марко Ђапан, *LEAN концепт у управљању производњом*, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, (2016.)
3. Joel Levitt, *TPM reloaded*, Industrial Press Inc., New York (2010)

Крагујевац,

Јун, 2018.

Ментор:

Проф. др. Иван Мачужић

Садржај:

1. Увод	1
2. Методе одржавања.....	2
2.1 Превентивно одржавање.....	2
2.2 Корективно одржавање.....	4
2.3 Тотално продуктивно одржавање (TPM-Total productive maintenance).....	5
2.3.1 Увод у TPM.....	5
2.3.2 Шест великих губитака.....	6
2.3.3 Стубови TPM-а.....	7
2.4 Укупна ефективност производне опреме (OEE).....	10
3. Аутономно одржавање.....	12
4. Аутономно одржавање CNC плазме (HPR400XD) у Alfa Technics-у.....	16
5. Закључак.....	31
Литература.....	32

Резиме:

У раду је приказана улога аутономног одржавања у пословању једне фирме. Обихваћене су и описане још неке од метода одржавања, са великим освртом на тотално продуктивно одржавање, чији је и аутономно одржавање део. Истакнуте су предности ових видова одржавања, а након тога је одрађен пример аутономног одржавања на CNC плазми у компанији Alfa Technics.

Кључне речи: TPM, аутономно одржавање, CNC плазма

Abstract

This project describes autonomous maintenance as a crucial part of maintenance system in one company. TPM and other maintenance methods are also described. Advantages of TPM and autonomous maintenance as its part are highlighted, and after that is given example of autonomous maintenance on CNC plasma machine in Alfa Technics company.

Keywords TPM, autonomous maintenance, CNC plasma

Изјава о самосталној изради рада

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

Душан Бркић 9/2014

1. Увод

Све већи и разноврснији захтеви тржишта за новим производима повишеног квалитета условљавају развој средстава за рад, односно условљавају потребу за све сложенијим техничким системима. Компликованији захтеви и сложенија средства за рад, намећу и неопходан развој одржавања тих система. Данашње машине и опреме имају савременије механичке, пнеуматске, електронске и друге компоненте. Због тога одржавање мора познавати широк спектар технологија које се примењују у периоду од инсталирања, односно монтаже, до престанка експлоатације машина и опреме. Поуздан, економичан и сигуран рад машина и опреме се постиже исправним руковањем и одржавањем.

Индустријски развијен свет је сагледао чињеницу да уколико је стратегија одржавања правилно изабрана и реализована, обезбедиће не само смањене трошкове одржавања, већ и повећање ефикасности и продуктивности опреме, као и побољшање квалитета производа и услуга. Због тога се одржавање јавља као веома важан фактор у укупном пословању предузећа, што захтева посебан однос и приступ свим аспектима одржавања.

Одржавање машина и опреме представља целовит скуп активности које преузимају запослени у одржавању, али и оператери на машинама, са задатком да се спрече и отклоне кварови на техничким системима. Процес одржавања се може дефинисати и као скуп активности које се спроводе у циљу отклањања отказа, односно спречавања њихове појаве. Задатак одржавања је да средство за рад буде у функцији, а да притом постиже задовољавајући квалитет.

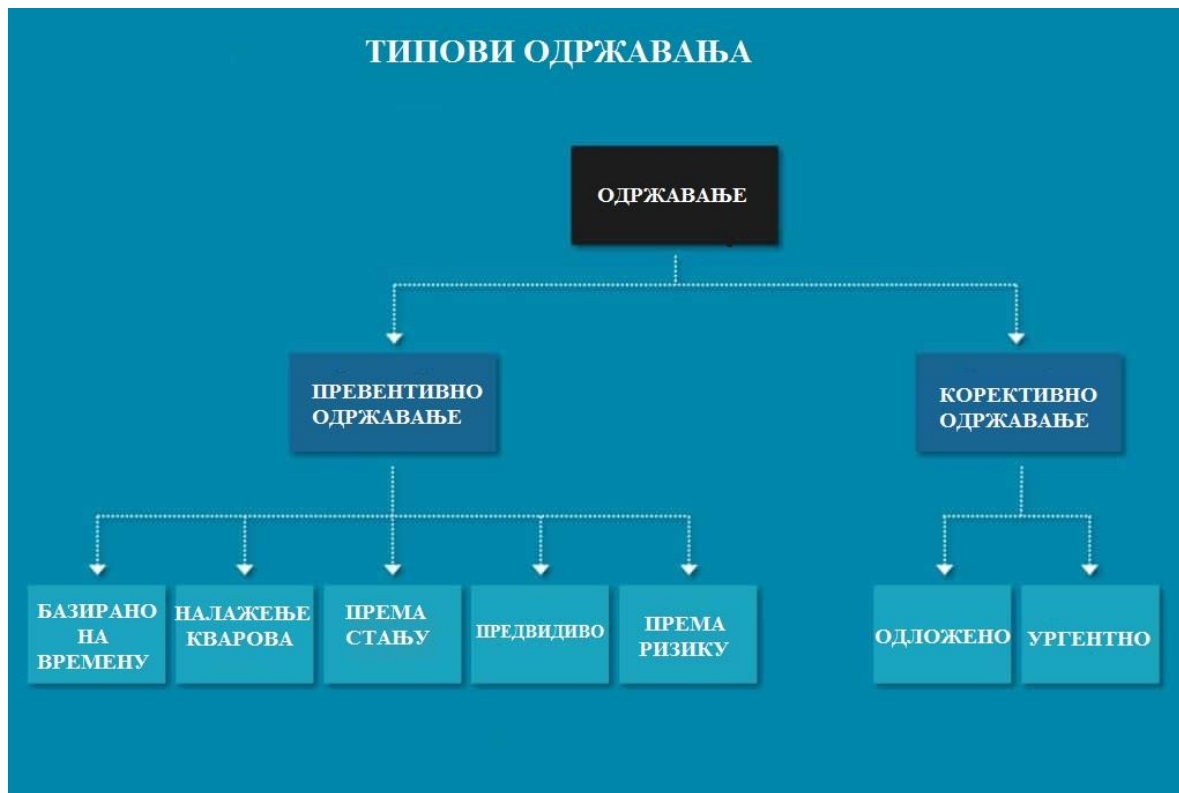
Под појмом “средство за рад” у одржавању се подразумевају:

- Машине
- Уређаји
- Алати и прибори
- Потребне инсталације
- Мерна и контролна опрема

Примарни задатак одржавања је да првенственим прегледима и мерама открије и отклони оштећења због којих би могло доћи до квара. У случају да дође до квара, потребно га је што пре отклонити како би се спречиле хаварије, а застоји у производњи свели на најмању могућу меру.

У наставку ће бити приче о основним методама одржавања, тотално продуктивном одржавању (TPM-Total Productive Maintenance), а на крају о аутономном одржавању, као једном од основних стубова TPM, уз пример аутономног одржавања CNC плазме.

2. Методе одржавања



Слика 1. Методе одржавања

2.1 Превентивно одржавање

Предстаља вид планираног одржавања који се дефинише као стратегија одржавања која се базира на замени или обнови делова опреме у одређеном временском интервалу, у зависности од стања опреме. [11]

Превентивно одржавање је заправо тип одржавања који се спроводи у одређеном временском интервалу, док машина и њене компоненте још увек функционишу, како би се спречили кварови, односно да се шанса да до њих дође сведе на минимум.

Превентивно одржавање се може спроводити сваке недеље, сваког месеца или свака три месеца. Такође се спровођење може базирати и на радним циклусима, односно радним часовима, нпр. на сваких 10000ч, попут аутомобила којима се препоручује сервис на пређених 10000км. [5]

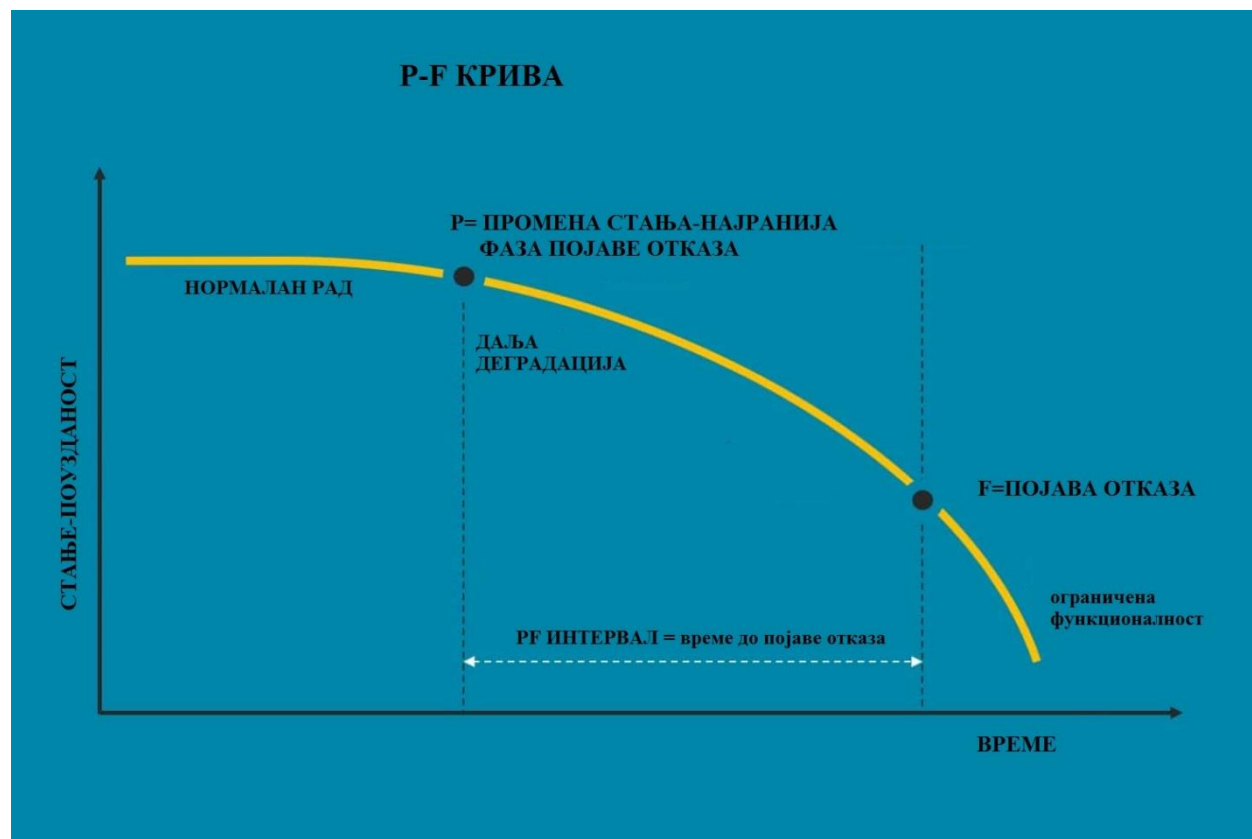
Поред регуларног приступа (базираног на времену). Постоје типови одржавања који спадају у категорију превентивног одржавања:

- Одржавање које обухвата налажење кварова (FFM-Failure Finding Maintenance)
- Одржавање према ризику (RBM-Risk Based Maintenance)
- Одржавање према стању (CBM-Condition Based Maintenance)
- Предвидиво одржавање (PDM-Predictive Maintenance)

Одржавање које обухвата налажење кварова за циљ има да детектује скривене кварове који су повезани са заштитним функцијама, као што су сигурносни вентили. Овај вид одржавања неће спречити појаву квара, већ ће га једноставно детектовати. То помаже у његовом отклањању.

Одржавање према ризику се спроводи тако што се на основу процене ризика, ресурси одржавања доделе опреми код којих постоји највећи ризик да дође до отказа. Резултат овог вида одржавања је то што ће опрема код које постоји највећи ризик од појаве отказа бити подложна учесталијем одржавању и проверама. Једном када се спроведе овај вид одржавања, тотални ризик од појаве грешке, односно отказа, је смањен на економичан начин. Овај вид одржавања је у суштини превентивно одржавање код ког се обим и учесталост активности одржавања оптимизују на основу налаза тестирања или инспекције и темељне процене ризика. [11]

Код **одржавања према стању**, кварови не морају бити повезани са старошћу опреме, али већина грешака даје неке видове упозорења да ће до њих доћи. Ако се могу наћи докази у раној фази појаве грешке, могуће је да се спроведу акције како би се спречило да дође до тоталног отказа или како би се спречиле последице истог. Одржавање према стању заправо трага за физичим доказима да ће се квар појавити. Важан део овог типа одржавања је свакако и P-F крива, приказана на слици 2.



Слика 2. P-F крива

Крива показује да како грешка почиње да се манифестује, стање се погоршава до тренутка где је могуће уочити проблем (тачка Р). Уколико грешка није примећена наставиће да се развија до тренутка појаве отказа (тачка F). Временски интервал између ове две тачке се назива Р-F интервал. Он представља време које је прилика да се грешка открије. [1]

Важно је истаћи да овај вид одржавања, тј. праћења стања не поправља машину и спречава отказ, већ омогућава да се проблем уочи пре него што дође до отказа. Колико је овај вид превентивног одржавања ефикасан, зависи од Р-F интервала.

Корективно одржавање је вид непланираног одржавања које се није избегло кроз превентивно одржавање. Овај вид одржавања бави се поправком после настака грешке. Базира се на претпоставци да је отказ прихватљив (да нема посебан утицај на сигурност) и да је спречавање отказа немогуће или неекономично. Може се ефикасно примењивати тамо где су последице отказа не захтевају хитну поправку

Ургентно одржавање је корективно одржавање. Оно ремети планове и распореде одржавања и углавном за собом повлачи неред. Овај вид одржавања је вид који треба избегавати колико год је то могуће. Светске компаније гарантују да је мање од 2% њиховог одржавања ургентно. [11]

Веома је битно да се количина ургентног одржавања сведе на минимум. Овај вид одржавања је скуп, чак три до пет пута скупље од “нормалног” превентивног одржавања. Спровођење овог вида одржавања има већи утицај на производњу, такође је и мање сигуран. Када се покрене захтев за корективним одржавањем, важно је да се одреде приоритети и да се тиму који ради на одржавању да довољно времена да све правилно испланирају и одраде.

Због лошег функционисања одржавања често се јављају губици у виду:

- Одлагања и губљење времена током рада
- Погрешна идентификација материјала повлачи за собом лош почетак, одлагања или импровизоване поправке
- Лоша координација између запослених што доводи до чекања и неактивности

Елиминисање губитака је веома важно, пре свега јер ће производња бити ефикаснија, затим ће и планирање одржавања бити ефикасније, квалитет, поузданост и сигурност се такође побољшавају

Методe одржавања: табела поређења

У табели су приказане:

- Различите методe одржавања
- Који се задаци спроводе
- Циљ задатка
- Како се утврђује временски интервал између задатака

Ефикасан и ефикасан програм превентивног одржавања представља мешавину свих метода одржавања.

ПОРЕЂЕЊЕ МЕТОДА ОДРЖАВАЊА							
Метода одржавања	ПРЕВЕНТИВНО ОДРЖАВАЊЕ					КОРЕКТИВНО ОДРЖАВАЊЕ	
	Одржавање према времену	Налажење кварова	Одржавање према стању	Предвидиво одржавање	Одржавање према ризику	Одложено одржавање	Ургентно одржавање
Тип задатка	Планирана поправка/замена	Тест функционалности	Провера стања	Праћење стања пре појаве отказа	Преглед или тест	Поправка/замена	Поправка/замена
Циљ	Обновити или заменити без обзира на стање	Одредити да ли се скривени квар појавио	Обнова или замена базирана на провери стања, а у односу на дефинисан стандард		На основу стања и процене ризика одредити када је потребна следећа интервенција или тест	Поправи или замени поковарен део	Замена или обнова услед непланираног квара
Интервал	Време коришћења нпр. 1 месец, 1000 сати, 10000км	Фиксиран временски интервал	Фиксиран временски интервал за проверу стања		Временски интервал између задатака и обим задатака је базиран на основу процене ризика	Није применљиво, интервенција је отказана због планирања	Потребна је хитна интервенција

Слика 3. Табела поређења метода одржавања

2.2 Тотално продуктивно одржавање (TPM-Total productive maintenance)

2.2.1 Увод у TPM

Скраћеница TPM је позната широм света, а представља јапанску технику којој је главни циљ повећање продуктивности постојеће опреме. TPM у први план ставља одржавање као неопходан део пословања. Главни циљ TPM-а је свести застоје и отказе на минимум.

TPM је комбинација америчког превентивног одржавања и јапанског концепта потпуног управљања квалитетом уз укљученост свих запослених. TPM је доказана производна стратегија која се успешно користи у целом свету како би се остварила конкурентност. Овај метод одржавања пружа смернице како треба трансформисати пословну заједницу интегрисањем културе, процеса и технологије. [7]

Три речи у називу ТРМ представљају:

Тотално: значи узети у обзир сваки аспект који укључује све од врха до дна.

Продуктивно: узимати у обзир сваки аспект док производња траје свдећи проблеме производње на минимум.

Одржавање: значи одржавање опреме самостално од стране радника или оператера у добром стању-поправљање, чишћење, подмазивање, поштовати време одржавања.

ТРМ није циљ или препоручљив програм за спровођење већ стратегија сталног побољшавања, која је заснована на савладавању кључних показатеља успешности. Врло чест проблем спровођења методе је да се превише третира оперативно, а мало стратешки. ТРМ је широко познат као стратешко оружје за побољшање производње и повећање учинковитости производних објеката. Оно је процес који се фокусира на континуалном уклањању свих губитака. Битно је учешће свих (инжењеринг, производња, технологија, квалитет..) који доприносе максималној искоришћености средстава за производњу. Иницијатива ТРМ-а усмерена је на побољшање конкурентности предузећа и обухвата снажан приступ за промену размишљања запослених и тиме ствара видљиву промену у радној култури организације. Методом ТРМ-а свака функција и особа носи свој део одговорности за оптималну искоришћеност производних средстава. [7]

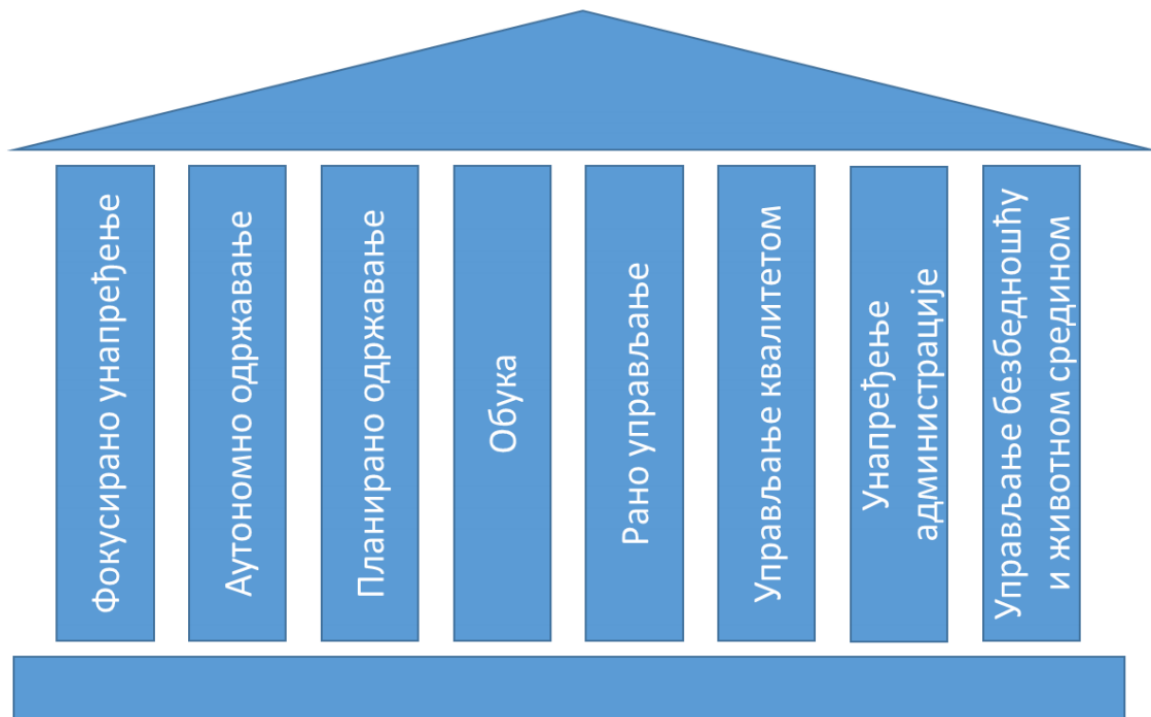
2.2.2 Шест великих губитака

Машина се сматра непродуктивном у случају њеног престанка рада који је уследио због кvara на машини, у случају да машина не ради са 100% капацитета или да производи шкартове. Због тога се морају спроводити акције како би се избегле све грешке и застоји.

ТРМ идентификује шест извора грешака (шест великих грешака) који смањују ефективност производње:

- Квар опреме што доводи до неочекиваног губитка времена
- Пуштање у рад или подешавање машине (време заустављања) што доводи до губитка времена до старта нове операције или њеног сегмента. На пример у раним јутарњим сатима, приликом промене радног места, променом калупа...
- Чекања (празни ход) и мањи кварови током нормалног рада који изазивају губљење времена
- Смањење брзине рада (машина не ради пуним капацитетом) што узрокује губитке у производњи
- Дефекти у процесу
- Поновна обрада дефектих производа или завршавање прекинутих активности (смањени принос)

2.2.3 Стубови TPM-а



Слика 4. Стубови TPM-а [10]

Стуб 1 – Фокусирано унапређење (Kaizen) : “KAI” значи промена, док “ZEN” значи побољшање. Фокусирано унапређење подразумева мала побољшања која се стално спроводе и укључује све људе у организацији. То је супротно великим иновацијама, јер се сматра да је бољи приступ примењивање великог броја малих и сталних иновација. Тиме Kaizen не узрокује никакве додатне трошкове и инвестиције. [2]

Политика Kaizen је:

- Концепт нула губитака у свим сферама активности
- Стална тежња за смањењем трошкова
- Тежња за побољшањем свих ефективности
- Значајна употреба анализа у одржавању као алат за уклањање губитака

Kaizen циљеви:

- Постићи и одржати нула губитака
- Постизање 30% уштеде у производњи

Суштина Kaizen-а је заправо да се кроз разне анализе, прегледања трошкова, ефикасност опреме и самих оператора подигне на виши ниво. [2]

Стуб 2 - Аутономно одржавање (JISHU HOZEN): овај корак подразумева обучавање оператора да буде способан водити рачуна о мањим захтевима одржавања и тако ослободи способније, квалификованије раднике одржавања како би имали више времена да се посвете озбиљнијим задацима у одржавања.

Циљеви JISHU HOZENA:

- Смањење потрошње уља за 50%
- Смањење трајања производног процеса
- Повећање употребе самог JISHU HOZENA

Кораци у оквиру JISHU HOZENA:

- Припрема запослених
- Иницијално чишћење
- Генералне инспекције
- Аутономне инспекције
- Стандардизација

Стуб 3 – Планирано одржавање:

Дели одржавање у 4 групе:

- Превентивно одржавање
- Корективно одржавање
- Одржавање према стању
- Превенција

Политика планираног одржавања је:

- Постизање и одржавање расположивости опреме
- Оптимизација трошкова одржавања
- Смањење залиха резервних делова
- Побољшање поузданости

Циљеви планираног одржавања:

- Нула отказа
- Побољшање поузданости за 50%
- Смањење трошкова одржавања за 20%
- Осигурање расположивости резервних делова у сваком тренутку

Стуб 4 – Обука: циљ је имати обучене раднике чији је морал висок и који желе доћи на посао и обављати задатке ефикасно и независно. Због тога се оператери обучавају да унапреде своје способности. Запослене треба обучавати док не прођу све 4 фазе вештина или способности, и то су:

Фаза 1 – не знам о чему је реч

Фаза 2 – знам теоретски, али не знам применити

Фаза 3 – знам, али не знам пренети знање

Фаза 4 – знам направити, а знао могао бих обучити колегу

Политика обуке:

- Фокус на знање, способност и технику
- Осигурати оружење које доприноси обуци на основу оног што је потребно
- Трајна обука
- Обука да се уклони умор запослених па се на тај начин осигурава веће задовољство послом

Циљеви обуке су:

- Постизање и очување нула губитака услед мањка знања и способности
- Постизање 100% укључености свих запослених

Стуб 5 – Рано управљање: циљ је смањити време потребно за покретање нове опреме, број проблема свести на минимум, затим знања стечена на претходно коришћеној опреми применити на новој, уз додатну обуку.

Стуб 6 – Управљање квалитетом: циљ је повећање задовољства купаца кроз већи квалитет производа и производњу без недостатака. Посебна пажња је посвећена разумевању опреме и како она утиче на квалитет производа.

Управљање квалитета подразумева:

- Сазнати стање опреме и затим то стање контролисати
- Активности одржавања квалитета због осигуравања потребних захтева за квалитетом
- Препознавање проблема на линији и издвајање шкарта
- Увођење контроле од стране оператера

Циљеви су следећи:

- Смањење грешака за 50%
- Смањење трошкова квалитета за 50%

Стуб 7 – Унапређење администрације: послови у администрацији морају бити ефикасни како би се пратило побољшање продуктивности и због уклањања губитака, а то укључује анализирање процеса и процедура.

Стуб 8 – Управљање безбедношћу и животном средином: главни циљ је постизање нула повреда на раду, нула пожара... Потребно је усресредити се на постизање сигурне радне околине која неће бити угрожена радним процесима или процедурама. Овај стуб је усађен у све стубове ТРМ и зато се јавља потреба за запосленим који ће бити задужен за сигурност и који ће проширити вест о општој сигурности међу запосленима. [2]

2.3 Укупна ефективност производне опреме (ОЕЕ)

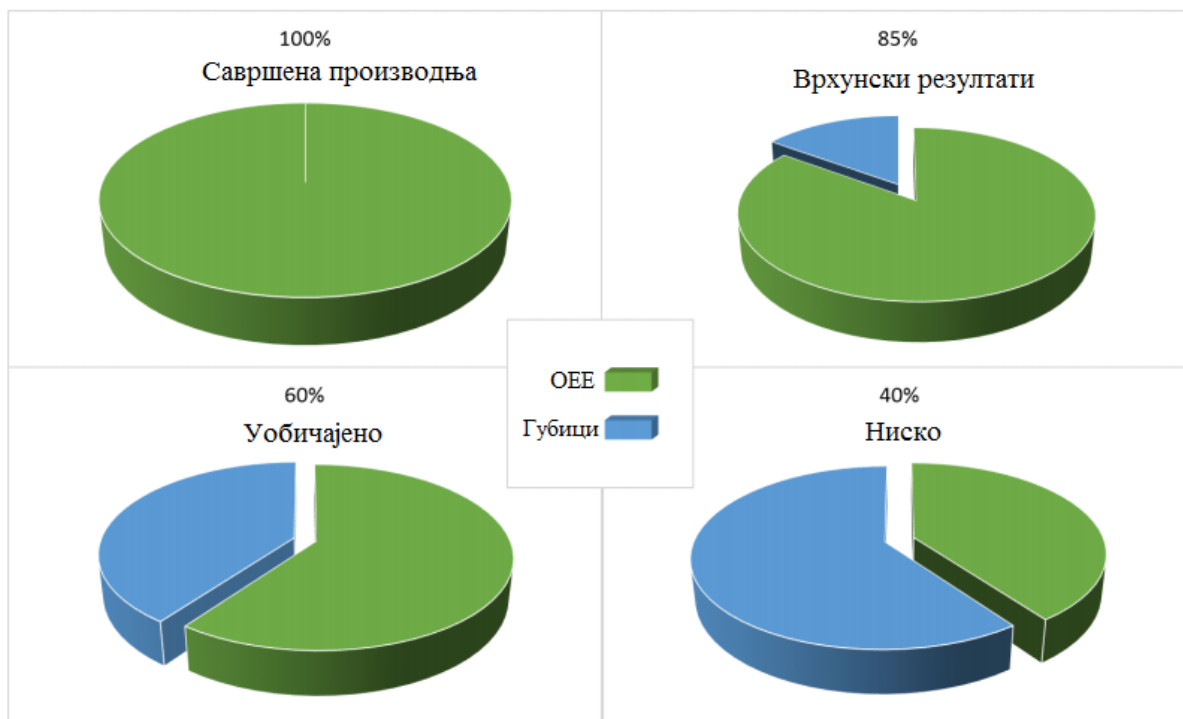
ОЕЕ (eng. Overall Equipment Effectiveness) је параметар којим се мери ефективност производне опреме.

Рачуна се помоћу три мерљива параметра:

- Распоживост опреме O_r
- Искоришћење перформанси опреме I_p
- Степен квалитета производа K_p

$$OEE = O_r * I_p * K_p$$

Распоживост опреме се одређује на основу укупно доступног радног времена и времена које опрема проведе у раду. Временски губици који утичу на расположивост опреме могу бити планирани и непланирани. Планирани губици су губици који се односе на време које је већ предвиђено за неке активности одржавања, док непланирани губици представљају губитак времена услед неочекиваних отказа и кварова. Искоришћење перформанси је заправо однос стварне брзине опреме и пројектоване брзине опреме. Степен квалитета представља однос броја производа који су просли контролу квалитета и укупног броја произведених производа. [1]



Слика 5. Графички приказ резултата OEE-а

- Резултат од 100% говори да је производња савршена, што значи без шкарта и застоја
- Резултат од 85% се сматра као врхунски резултат за одређене произвођаче. За разне фирме се сматра прикладним дугорочним циљем.
- Резултат од 60% је карактеристичан за одређене произвођаче, али показује да има много места за побољшање.
- Резултат од 40% уобичајен је за производна предузећа која тек почињу пратити и побољшавати учинковитост производње. То је резултат који значи да се стање хитно мора побољшати кроз јасне мере (праћењем узрока застоја, затим приступити највећим узрочницима застоја, сваком узроку посебно и појединачно)

3. Аутономно одржавање

Када компаније започну са имплементацијом ТРМ-а, често започињу са аутономним одржавањем. Аутономно одржавање је свакако једна од кључних карактеристика и најважнијих активности ТРМ-а и односи се на једноставне задатке којима се придаје доста значаја.

Очекивани исходи су:

- Веће “власништво” оператора над опремом
- Повећање знања оператора о опреми
- Добро очишћена и подмазана опрема
- Идентификација ситних грешака и проблема пре него што постану озбиљни
- Ослобађање особља из одржавања како би имали више времена за захтевније задатке

Власништво оператора над машином значи да би оператори требало да имају више обзира према опреми и машини којом управљају. То значи да би свако требало да води рачуна о ситним проблемима који се јављају и колико могу одржавају машину чистом, а не да у супротном користе прилику да када се машина поквари оду на додатну паузу. Због немарности оператора, прекид рада машине ће трајати дуже него што би требало јер би се чекало особље одржавања, откривање проблема, поправка, онда враћање оператора на радно место и наставак производње.

АУТОНОМНО ОДРЖАВАЊЕ



Слика 6. Приступи одржавању [9]

Оно што ТРМ покушава да уради јесте да да оператерима осећај власништва над својом опремом како би се они бринули, добро их користили, помагали техничарима одржавања да пронађу узрок кварова тако што сумирају шта се дешавало раније итд.. Да би се ово постигло, обука се мора спровести и са радницима у производњи и особљем одржавања, фокусирајући се на потребну сарадњу у циљу побољшања укупног учинка. То ће онда бити сарадња на обострано задовољство. Међутим, то се мора радити корак по корак.

Најпре је потребно да се повећа знање оператера у вези са опремом са којом ради. Оператер ће правилно користити опрему и машине ако је обучен не само за употребу, већ има знање и о техничким детаљима. Када оператери имају основно разумевање о томе како машина ради, можда ће и сами моћи да открију неке узроке неисправности и потом проследити информацију тиму за одржавање. Време заустављања се овим може смањити јер одржавање не мора да пролази кроз потпуну истрагу. Ако оператери показују интерес и способности, могу бити додатно обучени до те мере да могу помоћи одржавању са поправкама, задацима превентивног одржавања, подешавањима, итд..

3.1 Седам корака за унапређење АМ стуба



Слика 7. 7 корака унапређења АМ пилара [6]

Нулти корак је прва ставка у унапређењу АМ пиlara који обухвата припремне активности везане за разумевање машине, њених компоненти и функције. Ове информације се добијају од инжењера у виду скица и текста. Препоручује се да 80% буду скице, а 20% текст ради бржег учења.

Први корак је иницијално чишћење које за циљ има:

- Иницијално чишћење
- Проналажење неправилности на машинама
- Регистровање неправилности, прављење листа неправилности и плана њиховог отклањања
- Иницијални план чишћења
- Анализа губитака
- One Point Lessons – OPL, лекција у једној слици (своди се на приказ стања пре и стања после предложеног унапређења)
- Организовање (распоред машина, информационе табле)

За почетак је потребно формирати „тимове за чишћење” како би по примењеном плану чишћења, после растављања машине на подсистеме, сваком члану тима био додељен неки од подсистема. Приликом чишћења је неопходно таговањем евидентирати сваки недостатак (прљавштину, потенцијалну опасност, оштећени делови, цурење воде/уља/ваздуха и сл.). Процес уклањања тагова значи да је проблем за који је уклоњени таг био везан, решен. После решавања проблема, односно скидања тагова, израђују се OPL-ови (One point lesson) који се постављају на сваки мерни интрумент. На њему се налазе фотографије или скице неправилности пре и после уклањања као и кратак текстуални опис проблема. [1]

TPM One Point Lesson					No.	
Theme	TO PREVENT FINGER MARK IN H/L REF				Date of preparation.	
Related to	QUALITY	HANDLING OF MATERIAL			12-05-11	
Classification	☒ Basic Knowledge	☐ Improvement classes	☐ Trouble class	Engr. RAVI VERMA	Mgr. Prepared By Avijit Biswas	
Finger mark will immerge on the surface of the component				Use of hand gloves will reduce defect due to finger mark		
						
DATE EXECUTED						
TEACHER						
STUDENT						

Слика 8. One Point Lessons – OPL или лекција у једној слици [8]

Овај корак је веома битан јер из њега касније произилази стандард чишћења сваке машине. Због тога је потребно стално га унапређивати и ажурирати. План чишћења нам указује на то где треба чистити, како, ко је одговоран и колико чишћење траје. [1]

Други корак представља елиминацију контаминената и чишћење неприступачних делова, јер је једини начин одржавања делова чистим и функционалним је да се побољша доступност неприступачних делова. У овом кораку је битно да се пронађу главни извори контаминације како би могли да се прате у старту. Корак је важан јер уколико се не би пратила контаминација, може се циклус чишћења и обнове понављати у круг.

У овом кораку се прегледају прописани стандарди чишћења и врши се њихова измена уколико је то неопходно.

Трећи корак представља утврђивање стандарда за чишћење, преглед и подмазивање. Независно од стања опреме која се одржава, ови стандарди су доказ да се аутономно одржавање спроводи. Циљ је да се ефикасност и време подмазивања смањи, ефикасност подмазивања упрости.

При дефинисању стандарда чишћења треба да буду испуњена три основна услова [1] :

- Оператери који спроводе активности чишћења, прегледа и подмазивања треба да разумеју важност ових активности
- Опрема мора бити унапређена са циљем упрошћавања активности подмазивања
- Време захтевано за чишћење, прегледе и подмазивање мора бити такво да буде део дневног планирања активности

Четврти корак за циљ има:

- Побољшање способности уочавања неправилности и дефинисање процедуре у циљу скраћења времена за њихово отклањање
- Разраду детаљног плана прегледа делова машина
- Разумевање структуре и принципа функционисања опреме која се користи
- Практичну примену упутстава за свакодневни рад оператора

Како би се сваки метод одржавања могао успешно применити, један од најважнијих фактора су морал, мотивација и самозадовољство. То се постиже тако што се оператерима подиже свест о важности посла који обављају, претходно им је помоћ за спровођење ових активности пружила служба одржавања. Од велике је важности добро проучавање опреме, затим избор делова који ће се прегледати и деловакод којих је неопходно повишење нивоа поузданости. [1]

У **петом кораку**, број отказа је значајно смањен, кроз прва три корака, оператери су се обучили да одржавају важне делове машине. У овом кораку се комбинацијом стандарда чишћења и стандарда прегледа јавља “стандард аутономног одржавања” који представља рутинске прегледе које морају обавити оператери. [1]

Све активности које су спроведене у првих пет корака биле су усмерене достизању “нула грешака”.

У **шестом кораку** активности аутономног одржавања су усмерене ка достизању “нула грешака”. Циљеви овог корака су:

- Наставити праћење првих пет корака
- Поставити систем одржавања квалитета којки повезује квалитет и опрему
- Унапредити распоред машинаи опреме у фабрици
- Стандардизовати одржавање и прегледе и омогућити визуелизацију стандарда

Како би осигурао квалитет, оператер је у дужности да спроведе две активности: да спречи да дефектни производи иду у даљи процес производње и да врши превенцију настанка шкарта у производњи. [1]

Седми корак обухвата примену свега урађеног из претходних 6 корака.

4. Аутономно одржавање CNC плазме (HPR400XD) у Alfa Technics-у

Сечење плазмом је развијено ради сечења материјала од високо легираних челика и алимунујума. Процес је данас веома економичан, нарочито при сечењу танких нисколегираних челика.

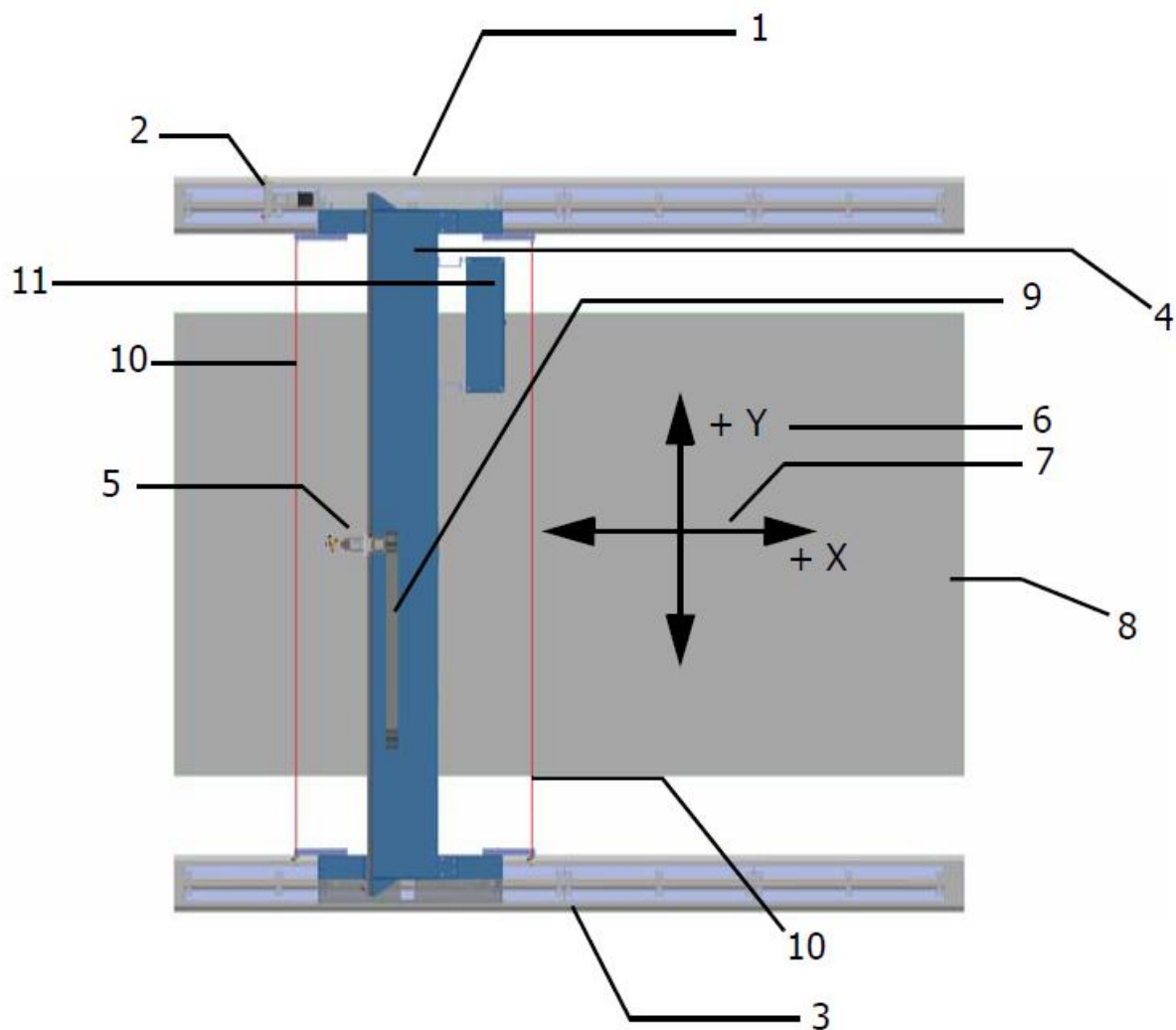
Плазма се дефинише као четврто агрегатно стање, поред течног, чврстог и гасовитог стања. За воду, ова три стања су лед, вода и пара. Разлика између ових стања се односи на ниво енергије. Када додамо енергију у облику топлоте у лед, он се топи и ствара воду. Када додамо још енергије, вода испари у водоник и кисеоник. Додавањем више енергије у насталу пару, ови гасовиу постају јонизовани. Овај процес јонизације проузрокује да гас постане електрично проводљив. Добијени електрично проводљиви јонизовани гас се назива плазма. Процес сечења плазмом, који се користи за сечење електропроводљивих метала, користи овај електрично проводљиви гас за пренос енергије од њеног извора извора, преко главе до материјала који се сече. (12)



Слика 9. *CNC плазма OmniMat 6000*

Кључне функције:

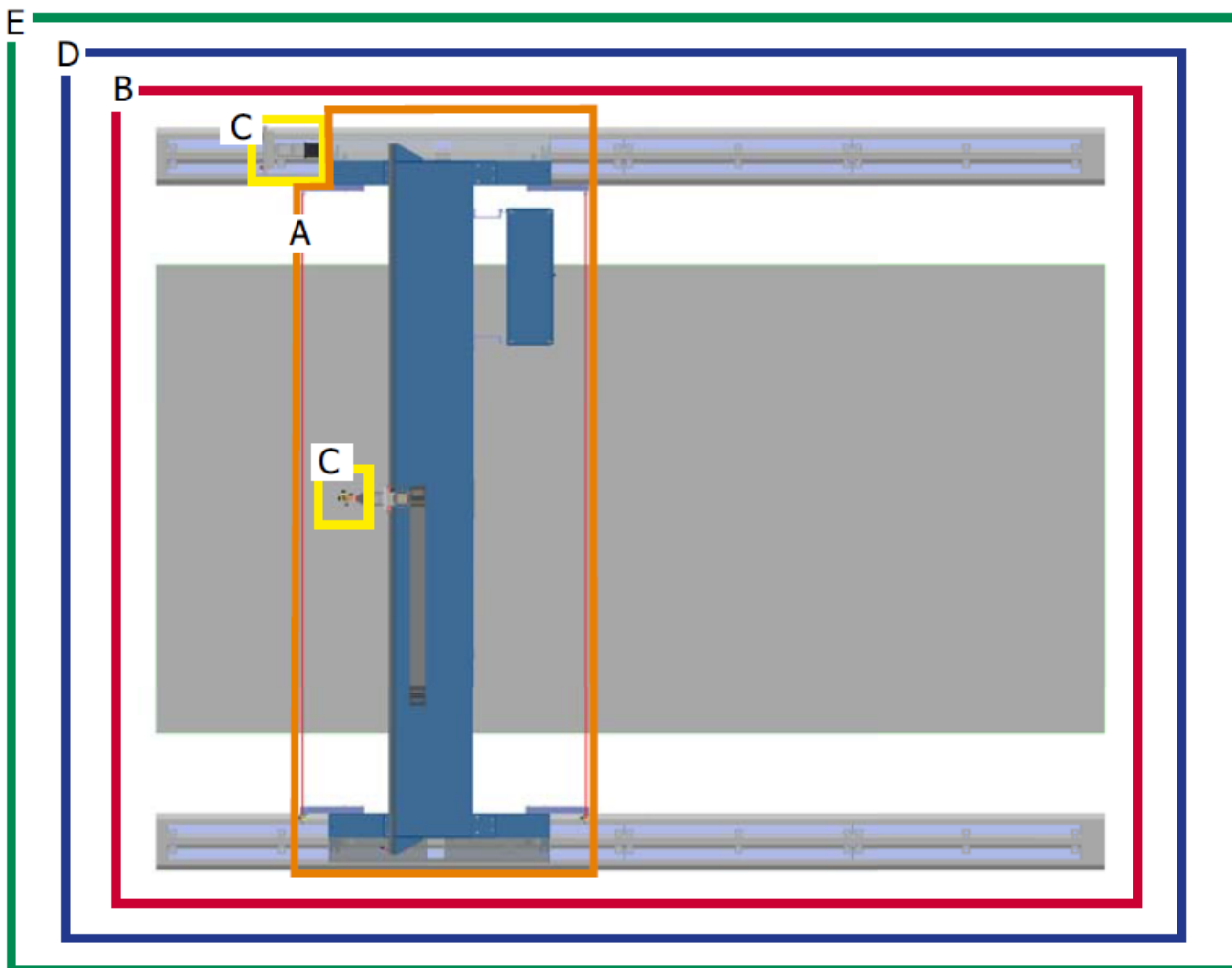
- Низак до високог квалитета сечења
- Глатка ивична површина
- Металуршки савршене површине за заваривање
- Одлична брзина резања
- Стврђавање унутар зоне захваћене топлотом
- Могућност сечења широког спектра материјала
- Сечење материјала до 50мм дебљине
- Могућност бушења и урезивања навоја



Слика 10. Делови машине [3]

Бр.	Опис	Бр.	Опис
1	Уздужни носач	7	X osa
2	Контролни панел	8	Радни сто
3	Стаза	9	Енергетски ланац
4	Мост	10	Сигурносни уређај
5	Попречни носач	11	Орман са прекидачима
6	Y osa		

Табела 1. Делови машине [3]



Слика 11. Зоне кретања оператора [3]

(A) – Опасна зона машине

Никоме није дозвољено да остане унутар ове зоне док је машина у раду.

(B) – Радна зона током операција са активираним сигурносним системом

У овој зони сме бити оператер уколико је неопходно програмирати на контролној табли. Не сме се седети и одмарати на шинама. Само обучени оператери смеју бити у овој зони.

(C) – Подешавање горионика и млазница, постављање или скидање плоче за сечење или бушење након гашења машине. Током подешавања, приступ опасној зони је омогућен.

(D) – Послови одржавања након гашења машине са деактивираним сигурносним системом.

(E) – Зона машине и њена активна зона

Ова зона не сме бити коришћена као место за одлагање материјала. Само овлашћена лица смеју бити у овој зони. Активна зонамаachine приликом сечења и бушења

У наставку су дате табеле, шеме и слике које показују ствари на које оператери на плазми могу да утичу, као и послове које могу да обављају како би продужили машини за којом раде радни век, а исто тако дали више слободног времена запосленима у одржавању.

Опис	Купац					MCS сервис
	Бр. лубриканта	Промена смене	Сваких 50ч	Сваких 200ч	Сваких 500ч	Сваких 5000ч
Чистити и подмазивати погонске елементе	1		x			
Проверавати и чистити суспензију горионика						x
Проверити доток гасова, црева и могуће губитке гаса					x	x
Проверити и ако је потребно подесити уздужни клизач и шине за вођење						x
Проверити електронику, каблове и свећице						x

Табела 2. *Распоред одржавања 1* [3]

Контрола сигурносног STOP тастера:



Слика 12. Global Control plus 15'', контролни панел [3]

Бр.	Опис	Бр.	Опис
1	Сигурносни SVE STOP тастер	7	Тест иницијалне висине
2	Старт тастер (паљење машине)	8	Аутоматски подесити висину
3	Joystick	9	Други ред прекидача на дну панела
4	Штеловање помака	10	Кључ прекидач (опционо)
5	Старт тастер (покретање програма)	11	Први ред прекидача на дну панела
6	Stop тастер (гашење програма)	12	Екран осетљив на додир

Табела 3. Позиције на командној табли

Контрола се врши на следећи начин:

- Машину пустити у рад без радног комада,
- Притиснути SVE STOP тастер и проверити да ли се сва кретања машине заустављају. Уколико се рад после деактивирања тастера обавља нормално, значи да је систем исправан. Контрола се обавља месечно.
- Чишћење дисплеја се обавља по потреби.

Опис	Купац					MCS сервис
	Бр. лубриканта	Промена смене	Сваких 50ч	Сваких 200ч	Сваких 500ч	Сваких 5000ч
Провера горионика и млазнице		x				
Подмазивање преко мазалица: део за вођење подмазивати	1			x		
Чистити и подмазивати шине за вођење		x				
Тестирати систем за одређивање висине: проверити размак измеђуврха млазнице и сензора			x			
Тест функционалности прекидача: - уздужно кретање - подизаче - сигурносни прекидач					x	
Визуелна инспекција заштите од сијања; заменити ако је неопходно		x				

Табела 4. *Распоред одржавања 2* [3]

Предвиђено уље за коришћење (бр. 1), према DIN 51825, је Castrol OLIT 2 EP.

Опис	Купац					MCS сервис
	Бр. лубриканта	Промена смене	Сваких 50ч	Сваких 200ч	Сваких 500ч	Сваких 5000ч
Провера црева аеросоли			x			
Чишћење оптичког сензора		x				
Подмазати куглични вијак	3				x	
Подмазати вођице за клизање	3				x	
Проверити поравнање сензора				x		
Очистити мерну површину сензора		x				

Лубрикант бр. 3 представља течно мазиво без чврстих адитива (NLGI 00)

Табела 5. Распоред одржавања 3 [3]

Подмазивање на јединици за бушење:



Слика 13. Тачке подмазивања на јединици за бушење [3]

Потребно је очистити и подмазати назначене позиције на сваких 500ч. Операцију подмазивања је потребно одрадити по следећем редоследу: 1- чишћење; 2- подмазивање; 3- померање осе Z више пута; 4- Пновно подмазивање; 5- отклонити вишак мазива.

Провера прецизности сензора за центрирање при бушењу:

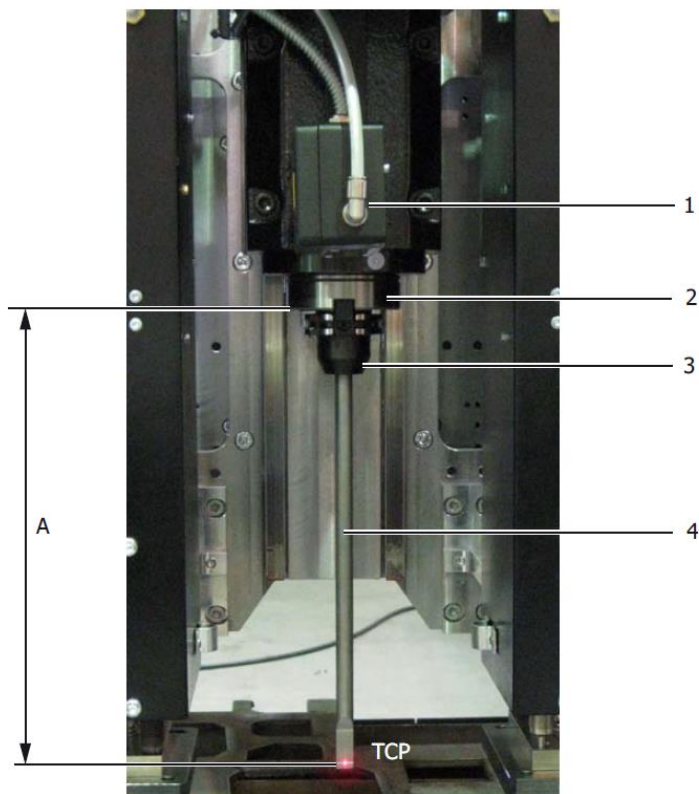
TCP (tool Centre Point) представља пресек ласерског зрака са централном осом бургије. То је тачка до које је бургија спуштена на плочу.

Центрирање се врши на следећи начин:

- Узети лист папира и држати га наспрам врха бургије. Уколико је све исправно, зрак мора бити у зони врха бургије.

- Потом је потребно папир поставити испод бургије. Други зрак мора бити око 100мм испод врха бургије. Уколико се оптички сензор не пали тако, потребно је обавити поравнање.

Уколико оптички сензор није поравнат како треба, може резултирати грешкама при обављању операције бушења, зато равнање мора обавити стручно лице.



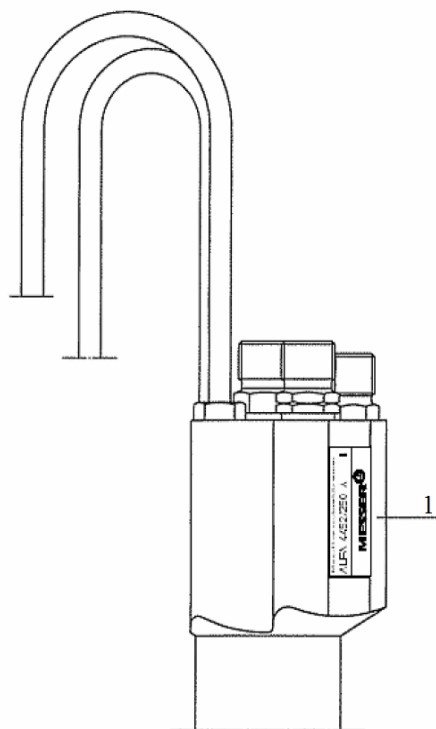
Слика 14. Равнање сензора [3]

Бр.	Опис	Бр.	Опис
1	Оптички сензор	3	Носач алата
2	Вретено	4	Мерни врх

Табела 6. Опис позиција

Провера равности ласерског снопа се обавља пре сваке операције бушења, односно на почетку сваке смене уколико пре тога операција бушења није обављана.

Идентификација горионика за сечење:



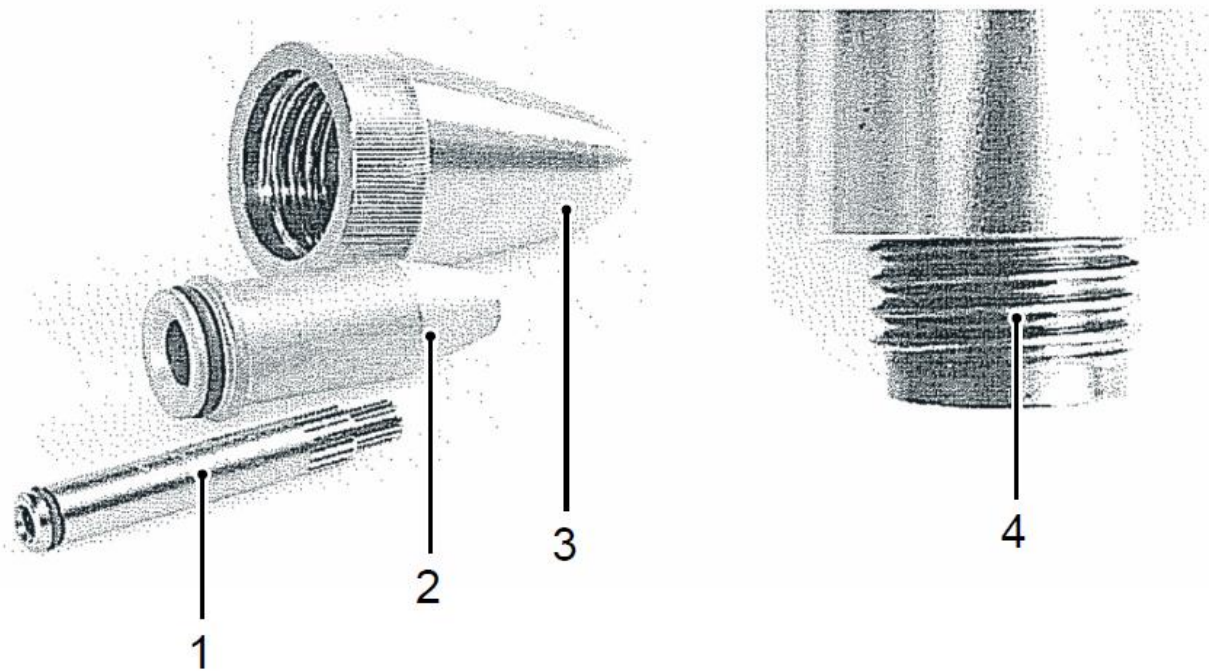
Слика 15. Горионик за сечење [4]

Бројем 1 назначена је плочица за идентификацију горионика.

Опис	Купац					MCS сервис
	Бр. лубриканта	Промена смене	Сваких 50ч	Сваких 200ч	Сваких 500ч	Сваких 5000ч
Провера повезаности свих каблова				x		
Провера да ли је на горионику плочица за идентификацију оштећена				x		

Табела. 7 Распоред одржавања 4 [4]

Чишћење навоја на горионику:



Слика 16. Поклопац са унутрашњим млазницама [4]

Бр.	Опис	Бр.	Опис
1	Млазница за сечење	3	Поклопац
2	Млазница за загревање	4	Навој

Табела 8. *Опис позиција*

Како би рад горионика без ометања био могућ, потребно је да се навој млазнице за сечење (ALFA MS 4452/250) очисти кад год се млазнице мењају.

Поступак чишћења је следећи:

- Очистити навој користећи фину месингану четку.
- Нанети танак слој лубриканта на навој.

Систем за подмазивање:

- Пре почетка рада, неопходно је проверити ниво уља у систему.
- Пожељно је да уље буде као оно које се већ налази у резервоару, или од истог произвођача.
- Ниво уља се проверава свакодневно и уколико је потребно допуњава.



Слика 17. Систем за показивање нивоа лубриканта [3]

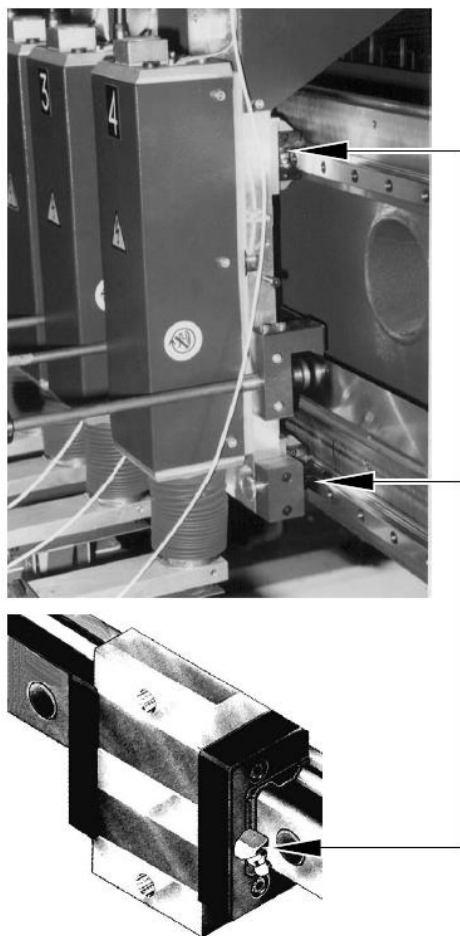


Бр.	Опис	Бр.	Опис
1	Прекидач за допуну	7	Улаз компресованог ваздуха
2	Дисплеј	8	Контролер, минимални ниво лубриканта
3	Излаз аеросоли	9	Отвор за допуну лубриканта
4	Сигурности вентил	10	Конекција уља
5	Генератор аеросоли	11	Цек за конекцију
6	Црево генератора		

Табела 9. Опис позиција

Подмазивање шина :

- Сваки попречни носач има горњу и доњу вођицу. На вођицама се налазе млазнице за мазиво. Место где се налазе је означено на слици 9.
- Вођице горњих и доњих попречних носача потребно је снабдети одређеном количином мазива.
- Потребно је уклонити старо мазиво.



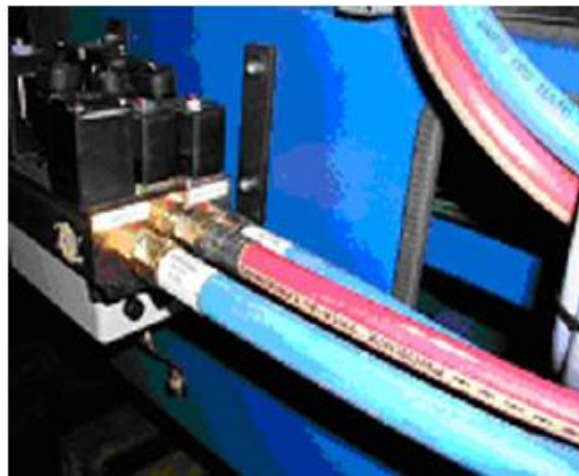
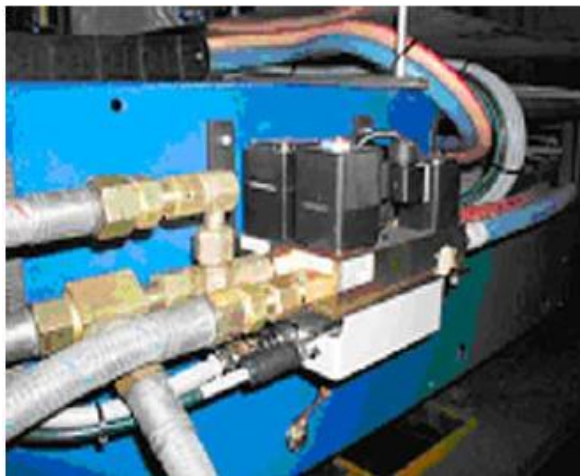
Подмазивање преко млазница за мазиво се проводи на сваких 200ч.

Како би се избегла хемијска некомпатабилност, потребно је користити мазиво на бази минералног (Castrol OLIT 2EP)., а не синтетичког уља.

Слика 18. Позиција млазница за мазиво [3]

Тест цурења гасова:

- Проверити конекцију система за доток гасова до машине (слика 19).
- Осигурати се да је притисак дотока гаса у складу са спецификацијом (слика 20).
- Уколико је потребно, могуће је ручно затворити вентиле



Слика 19. Конекција система за доток гасова [3]



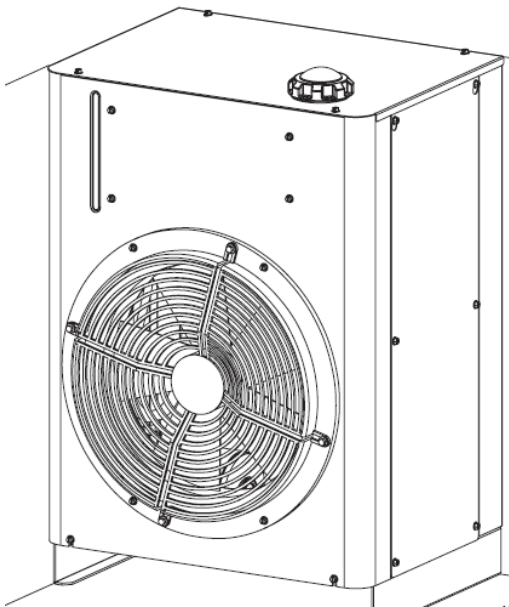
Контрола
На 500ч

12 bar

Слика 20. Манометри за контролу притиска гасова [3]

Притисак гасова је дефинисан и разликује се за различите врсте гасова. За плазма сечење, притисак је 12 bar.

Одржавање система за хлађење:



Слика 21. Хладњак са резервоаром за расхладну течност



Слика 22. Расхладна течност Hyperterm

Одржавање овог система обухвата:

- Проверу нивоа расхладне течности који се може прочитати са скале.
- Течност се допуњава по потреби, одвијањем чепа на горњој страни хладњака. Искључиво се користи препоручена течност (слика 22.)
- Резервоар има капацитет од 34.5l
- По потреби се врши и чишћење целог уређаја, водећи рачуна о чистоћи решетке вентилатора.

5. Закључак

Приликом проучавања метода одржавања, пре свега ТРМ-а, уочљиво је да је свака од њих прилагођена или усмерена на неки одређени проблем. У оквиру једне организације се може приметити велики распон проблема, стога је битно познавати све методе одржавања, како би се адекватна могла применити на одређен проблем.

Да би се методе одржавања могле применити и имплементирати, потребно је искуство, воља, стрпљење, знање о одабиру најпогодније методе. Код аутономног одржавања, велику улогу има воља оператера, тако да су мотивација и добра комуникација између запослених кључни за успешну примену ове методе. Без аутономног одржавања, без обуке оператера за обављање лакших послова одржавања машине на којој раде, време решавања проблема, до ког ће због неадекватног одржавања сигурно доћи, је веома велико. Уколико је машина важна за процес производње, попут поменуте CNC плазме од које већина послова креће, аутономно одржавање је неопходно. Сваки застој ове машине на дужи период резултирао би великим кашњењима, самим тим и губитку новца.

Добром организацијом и одржавањем радних места долази се до сигурнијег, квалитетнијег и продуктивнијег рада. Појачава се морал и осећај одговорности код запослених.

Литература

- [1] Тодоровић П., *Основи одржавања*, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, (2016.)
- [2] Иван Мачужић, Марко Ђапан, *LEAN концепт у управљању производњом*, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, (2016.)
- [3] MESSER Cutting Systems, OmniMat L 6000, instruction manual, edition 09/2018., rev .001
- [4] MESSER Cutting Systems, SensoMat-ALFA, equipment manual, edition 04/2014
- [5] Ramesh Gulati, Jerry Kahn and Robert Baldwin. (n.d.). *The Professional's Guide to Maintenance and Reliability Terminology*
- [6] <https://symbios-consulting.com/library1/posters.html> , приступљено октобра, 2018.
- [7] Joel Levitt, *TPM reloaded*, Industrial Press Inc., New York (2010)
- [8] <https://www.slideshare.net/avijitbiswas8/one-point-lesson-opl-basic-presentation-67137388>, приступљено октобра 2018.
- [9] <https://www.slideshare.net/oeconsulting/tpm-autonomous>, приступљено октобра, 2018.
- [10] <https://www.industryforum.co.uk/wp-content/uploads/sites/6/2013/04/PM.png>, приступљено октобра. 2018.
- [11] R.Keith Mobley, *Maintenance fundamentals*, 2nd edition
- [12] <https://www.messer-cs.com/us/processes/plasma-cutting/>, приступљено октобра, 2018.