

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Производно машинство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Основи одржавања

Број индекса: 733/2013

Далибор С. Добросављевић

ОДРЖАВАЊЕ ЕЛЕКТРОФИЛТЕРА ЗАВРШНИ РАД

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др. Петар Тодоровић - ментор

2. _____

3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

Септембар, 2014.

Задатак студента у оквиру овог рада јесте да сагледа и опише процес одржавања, са посебним акцентом на одржавање електрофилтера. Освртом на теоријске основе студент треба да опише феномен отказа, узрочнике његовог настанка, а на основу практичних запажања да предложи мере за унапређење и оптимизацију система одржавања.

У оквиру завршног рада кандидат треба се придржавати орјентационог садржаја:

- Уводни део са назнакама, обухватити проблематику у разради
- Разлози за примену уређаја за пречишћавање димних гасова у термоелектранама
- Поступци за смањење аеро загађења
- Функционални опис система за пречишћавање
- Теориске основе одржавања
- Управљање процесом одржавања
- Планирање одржавања
- Одржавање електрофилтера
- Навести и анализирати могуће отказе електрофилтерског постројења
- Дати предлог побољшања процеса одржавања електрофилтера
- Закључна разматрања

Препоручена литература:

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

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

Крагујевац, датум

ментор:

Име, презиме и звање ментора

Др. Петар Тодоровић

Резиме: Одржавање електрофилтерског постројења као функција и део процеса производње заузима важно место у производном систему, посебно у испуњавању све већих захтева у погледу заштите животне средине. Због тога одржавање и ремонт захтева пре свега рационалну организацију одржавања и ремонта како би се технички систем одржао што дуже у исправном стању или довео у исправно стање.

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

Кључне речи: одржавање, електрофилтер, дијагностика

Abstract: Maintenance of electric-plant as a function of a part of the production process occupies an important place in the production system, particularly in meeting the increasing demands in terms of environmental protection. Therefore, maintenance and repair requirements primarily rational organization of maintenance and repair in order to maintain the technical system as long as in good condition or put in proper condition.

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

Key words : maintenance, electrostatic , diagnostics

САДРЖАЈ:

1. Увод ..	4
1.1 Досадашњи акциденти услед лошег одржавања	5
2. Емисија чврстих честица при сагоревању угља	6
2.1 Карактеристике угља (лигнита)	6
3. Заштита ваздуха и технолошки поступци	9
3.1 Електростатичко пречишћавање	11
4. Електростатички филтер	11
4.1 Принцип рада електрофилтера	12
4.2 Почетак рада електрофилтера	18
5. Одржавање техничких система	21
6. Одржавање електростатичког филтера	22
6.1 Планирање одржавања	23
6.2 Превентивно одржавање	25
6.2.1 Дијагностика стања елемената	26
6.2.2 Функционална дијагностика стања технологије	31
6.2.3 Планирање превентивног одржавања	34
6.2.4 Припрема технолошких поступака и обезбеђење потребних ресурса	35
6.3 Накнадно (интервентно) одржавање	37
6.3.1 Пријављивање отказа	38
6.3.2 Припрема радова (интервенције)	39
6.3.3 Анализа отказа и интервенције	40
6.4 Ремонтно (инвестиционо) одржавање	43
6.4.1 Планирање ремонта (инвестиционог одржавања)	43

6.4.2 Припрема ремонта	44
6.4.3 Процес реализације ремонта	45
7. Контрола и мониторинг рада електрофилтера	47
7.1 Контрола електрофилтера за време рада	47
7.2 Дневна контрола и мониторинг	47
7.3 Превентивни прегледи и контрола	49
8. Узроци отказа електрофилтерског постројења.....	51
8.1 Одржавање компоненти за отерсање	51
8.2 Одржавање пужног транспортера	55
8.3 Мере за унапређење и побољшање процеса одржавања	57
9. Емисија чврстих честица термоенергетских постројења	59
10. Закључак	61
11. Литература	62

1. УВОД

Одржавање и заштита животне средине су повезане области, јер без одржавања може доћи до отказа система који може проузроковати озбиљне последице по животну средину. На пример када се трафо не одржава може доћи до изливања уља у околину или код престанка рада електрофилтера долази до великог загађења ваздуха, тако да у оба случаја систем мора да престане са радом и долази до великих финансијских губитака фирме.

У овом раду дат је приказ организације одржавања електрофилтерског постројења у функцији повећања поузданости са циљем да се успостави веза између техничко-технолошког процеса, одржавања и заштите животне средине. Захтеви Европске уније и домаће регулатива условљавају да производни процеси не представљају факторе загађења животне средине, што се остварује на основу управљања параметара квалитета производа.

При сагоревању угља у термоиндустријским процесима концентрација чврстих честица у димном гасу термоенергетских постројења су значајни, па из тог разлога неопходно је пречишћавање димних гасова. За пречишћавање чврстих честица у димном гасу користе се електрофилтерска постројења. Електрофилтерска постројења морају бити прилагођена захтевима животне средине, где је дозвољен степен емисије чврстих честица у атмосферу испод 50 mg/m^3 .

Одржавање система се може дефинисати на много начина, један од њих је, да је одржавање “спровођење свих мера нужних да би један технички систем (машина, постројење или цела фабрика) функционисао на прописан начин, развијајући перформансе у прописаним границама, тј. са траженим учинцима и квалитетом, без отказа и уз прописано обезбеђење животне околине, а под претпоставком добре обезбеђености свих услова, односно уз потребну људску подршку”.

Процес одржавања је скуп поступака и активности који се током времена спроводе на техничким системима у циљу спречавања појаве отказа или ради њиховог отклањања. Процес одржавања значајно има утицај на време рада техничког система и одређено је квалитетом система одржавања.

Технологија одржавања одређује како се спроводе поступци одржавања, на који начин, којим алатом, по ком редоследу, како се проверава квалитет извршеног одржавања и слично. Поступци одржавања представљају активности и операције које треба спровести да би се систем из стања у отказу вратио у стање у раду.

Поступци одржавања се могу се поделити на:

- Основно одржавање,
- Надзор,

- Преглед стања – без расклапања и са потпуним или делимичним расклапањем,
- Поправке и
- Иновације – побољшање техничког система.

Системским приступом одржавању електрофилтера постижу се постављени циљеви, чиме ће емисија чврстих честица термоенергетских постројења бити на захтеваном, потребном и пројектованом нивоу. На правилан и поуздан рад електростатичког филтера у термоенергетским постројењима, најзначајнију улогу има одржавање, јер правилним и адекватним превентивним, интервентним и ремонтним одржавањем постиже се потребан ниво поузданости система за пречишћавање димних гасова, а тиме се остварује основни циљ заштита животне средине.

Електрофилтери раде на принципу електростатичког издвајања и користе се за димне гасове до 450⁰С. У електрофилтерима се одвија процес скупљања чврстих честица, смеша путем емитовања короне, одвајања већ прикупљених честица помоћу снаге електричног поља.

Одржавање електрофилтерског постројења одвија се кроз утврђену процедуру са циљем обезбеђења управљања процесом одржавања и доприноси ефикасном, поузданом и безбедном раду постројења. Планирање, организација и управљање процесом одржавања врло је значајно за функционисање производног процеса и у великој мери утиче на стање техничког система – електроенергетског постројења.

Увођењем аутоматског система управљања радом електрофилтера омогућено је праћење кључних параметара чиме се омогућује благовремена дијагностика стања елемената. Из тог разлога превентивно и корективно одржавање добило је посебан значај и улогу и директно и индиректно утиче на поузданост електрофилтерског постројења. Анализом "слабих" места која могу бити узрок отказа електрофилтерског постројења одређује се план одржавања и мере за отклањање истих.

1.1 Досадашњи акциденти услед лошег одржавања

До данас су се у свету догодиле многе несреће, код којих је један од узрока и неправилно или непрописно одржавање од којих су у свету највеће еколошке последице имале несреће у Фукушими, Чернобилу и Бопалска несрећа у Индији. Код свих ових несрећа поред великог броја жртава остале су дуготрајне последице по људско здравље и целу природу.

У Фукушими и Чернобилу је дошло до нуклеарне несреће и последица тога је велико зрачење. У Јапану се догодила велика природна непогода док су се три реактора сервисирала, а три су радила. Иако је последица цунамиа, поставља се питање да ли би дошло до несреће да пумпе за хлађење реактора нису отказале, а Чернобилу настала услед теста који се догодио док се реактор сервисирао. Последице зрачења у Украјини се никада неће отклонити. Бопалска катастрофа се одиграла у индијском граду Бопалу, тада је дошло до цурења отровног гаса

метилизоцијаната у атмосферу и више хиљада људи је умрло од последица тровања.

2. ЕМИСИЈА ЧВРСТИХ ЧЕСТИЦА ПРИ САГОРЕВАЊУ УГЉА

При сагоревању угља у термоелектранама карактеристике угља представљају основни улазни податак при одређивању његовог утицаја на животну средину, а самим тим и за прорачун параметра струје димног гаса и постројења за смањење емисије честица прашине у атмосферу. Код нас се користи лигнит из површинских копова, колубарског, костолачког и косовског басена. Колубарски и костолачки лигнити који сагоревају у индустријским процесима карактеришу ниска топлотна вредност и релативно висок садржај воде и пепела.

За смањење емисије штетних материја на термоенергетским постројењима уграђени су уређаји за смањење емисија честица у ваздуху, електрофилтери, и високи димњаци помоћу којих се врши разблаживање осталих штетних материја које се емитују. Уграђени електрофилтери у највећем броју термоелектрана у Републици Србији раде са пројектованим степеном ефикасности који не задовољавају садашњу законску регулативу Републике Србије ни Европске Уније.

Аеро загађење ваздуха може бити у гасовитом, парном и чврстом (ситне честице) агрегатном стању. Најчешћи је резултат велике концентрације сумпорних, угљеникових оксида и чврстих честица тз. индустријски смог. Загађујуће компоненте имају штетан утицај на човека, биљни, животињски свет и окружење. Како и колико дејство на еко систем ће бити зависи од врсте загађујуће компоненте, њене концентрације, дужине временског утицаја, међусобне реакције примарних загађивача. Поред емисије загађивача, температурна инверзија ваздуха и последично кретање ваздуха утиче на концентрацију загађивача у атмосферу.

Извори гасова и чврстих честица које загађивачи емитују директно у атмосферу представљају примарна загађења. Загађивачи који се формирају у атмосфери као последица физичких и хемиских процеса представљају секундарне загађиваче. Сумпорни оксиди и угљоводоници који настају сагоревањем угља представљају примарне загађиваче, док озон који настаје као последица интеракције примарних назива се секундарни загађивач.

Загађујуће компоненте настају у процесима производње енергије. С обзиром на енергетску структуру Србије где је основни носилац фосилне енергије лигнит – угљан ниског енергетског нивоа, при његовом сагоревању настаје значајна емисија загађујућих компоненти угљен диоксида, азотних оксида, сумпорних оксида, чађи и пепела, чији ниво зависи од технологије сагоревања.

2.1 Карактеристике угља (лигнита)

Под карактеристикама угља подразумева се техничка и елементарна анализа угља, као и степен емисије чврстих честица, односно део укупног пепела који се емитује у атмосферу путем димних гасова.

При одређивању утицаја карактеристика угља на животну средину који се користе у технолошком процесу у термоелектранама неопходно је извршити анализу:

- угља коришћеног у претходном периоду,
- резултата мерења карактеристика димног гаса и мерења емисија загађујућих материја,
- карактеристика и квалитета угља који ће се користити.

Анализа карактеристика угља који се користи у ТЕ Костолац дате су у табели 1.

Табела 1: Карактеристике угља у ТЕ Костолац

Угљеник	21.99%
Пепео	22,89 %
Влага	42.17 %
Водоник	2.14
Сумпор	1,25 %
Азот	0.56 %
Кисеоник	9.00 %

Карактеристике угља након сагоревања у ТЕ Костолац приказане су у табели 2.

Табела 2: Емисионе карактеристике угља у ТЕ Костолац

Угаљ	Топлотна моћ kJ/kg	Садржај пепела %	Емисије пепела g пепела / MJ
	6 100	28,00	34,6

Чврсте честице као продукт сагоревања угља, један су од основних загађивача околне средине. Емисија чврстих честица зависи од потрошње горива, садржаја пепела у угљу и од ефикасности рада електрофилтерског постројења.

Дозвољене граничне вредности емисије чврстих честица у атмосферу на основу законске регулативе у нашој Републици и Европске уније приказане су у табели 3.

Табела 3: Граничне вредности емисије чврстих материја

Емисија	Домаћа регулатива ГВЕ mg/ m ³		Регулатива ЕУ ГВЕ mg/m ³	
	< 300 MWth	> 300 MWth	< 500 MWth	> 500 MWth
Честице	100	50	100	50

С обзиром да угаљ сагорева у термоиндустиским процесима, такви процеси морају бити прилагођени захтевима животне средине:

- у циљу смањивања емисија честица прашине у атмосферу мора постојати постројење за издвајање чврстих честица и пепела из димних гасова,
- депонија пепела и шљаке мора бити формирана тако да су предузете мере од утицаја на животну средину довољно ефикасне. То се постиже одговарајућим технологијама прикупљања, транспорта и депоновања пепела и шљаке,
- адекватним третманом отпадних вода,
- у циљу смањивања емисија сумпор-диоксида (CO₂), мора постојати постројење за одсумпоравање димних гасова. Сумпор је у значајној мери присутан у овим лигнитима и треба га неутралисати.

За процес одстрањивања чврстих честица из димних гасова најзначајнији параметри квалитета референтног угља (параметри елементарне анализе) су:

- Доња топлотна моћ Hd (KJ/kg),
- Пепео,
- Влага,
- Укупни сумпор,
- Угљеник,
- Кисеоник,
- Водоник,
- Азот.

Квалитет референтног угља и усвојени параметри сагоревања одређују карактеристике димних гасова, тако да референтни параметри димног гаса одређују тип процеса пречишћавања димних гасова. Референтни параметри димног гаса су:

- Доња топлотна моћ угља,
- Температура димних гасова,

- Коефицијент вишка ваздуха λ ,
- Степен емисије сумпора,
- Проток димног гаса (сув гас, 0°C , 1013 mbar),
- Проток димног гаса (влажни гас, 0°C , 1013 mbar),
- Садржај влаге у димном гасу (0°C , 1013 mbar),
- Садржај кисеоника у димном гасу,
- Садржај честица у димном гасу (сув, 6% O_2),
- Емисија CO_2 ,
- Коцентрација CO_2 у димном гасу (сув, 6% O_2),
- Коцентрација NO_x у димном гасу (сув, 6% O_2).

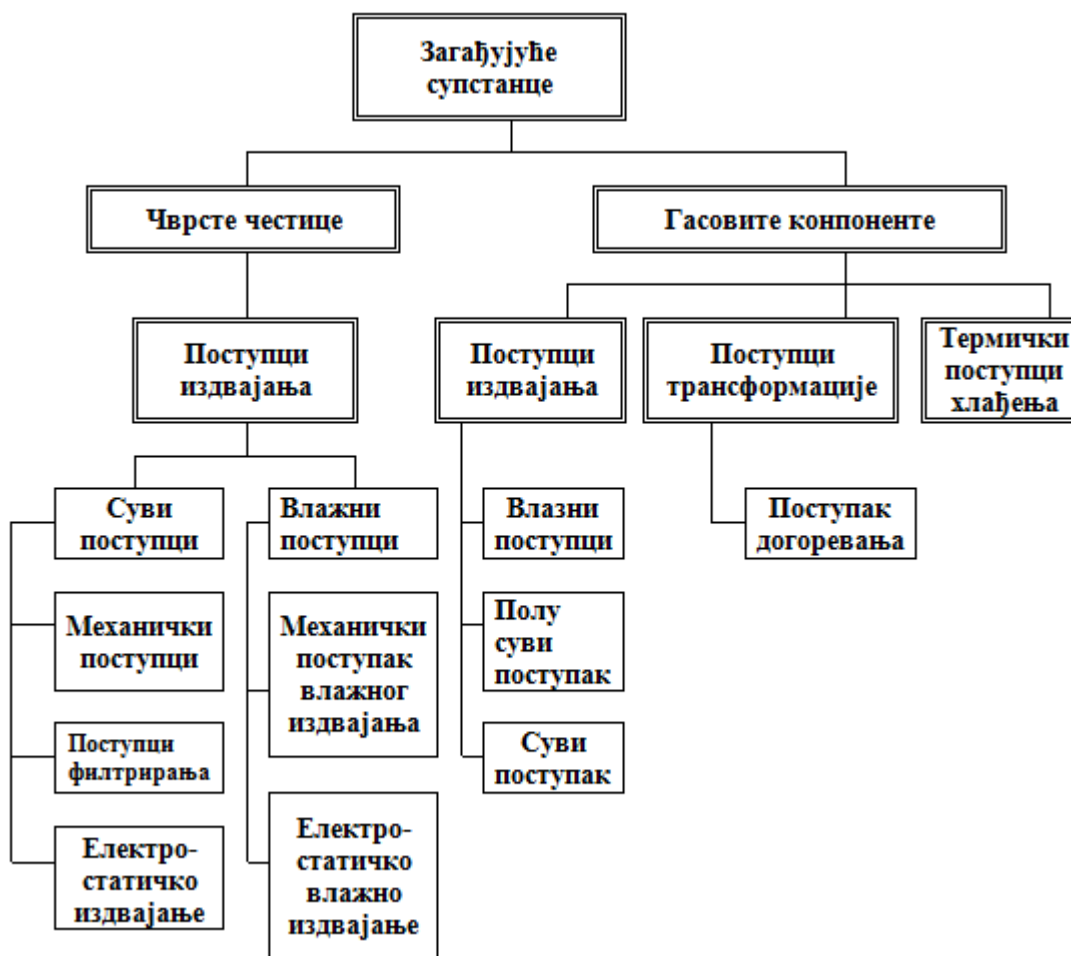
Напомена: У загради дате су стандардне вредности при којима се одређују вредности референтних параметара.

У термоелектрани „Костолац А“ на блоку А2-210MW, уграђен је електрофилтер, где је степен емисије чврстих честица у атмосферу испод 50 mg/m^3 . Пепео издвојен из електрофилтера као и шљака која настаје сагоревањем угља у котлу хидрауличким путем се транспортује у односу један део пепела на десет делова воде, на отворено одлагалиште, депонију пепела. У циљу спречавања еолске ерозије пепела пасивне касете се штите сејањем вишегодишњих трава. Активне касете се штите одржавањем воденог огледала, а суве површине се прскају водом при сувом и ветровитом времену. Циљ је да се у наредном периоду наведени еколошки проблем реши технологијом хидрауличног транспорта у односу воде и пепела 1:1.

3. ЗАШТИТА ВАЗДУХА И ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПЦИ

Производни поступци при којима долази до сагоревања угља емитују у ваздух широк спектар загађујућих супстанци при чему се емитовање неких може лако и без већих издатака спречити. Неке супстанце се тешко, а неке уопште не могу спречити.

Зависно од загађујуће супстанце поступци њеног издвајања из гаса могу бити различити и приказани су на слици 1.



Слика 1: Поступци за смањење загађујућих супстанци у гасовима

3.1. Електростатичко пречишћавање

За издвајање честица свих величина (пречника) при сагоревању угља користе се електрофилтери који раде на принципу електростатичког издвајања. Користе се за димне гасове до 450°C . Електростатичко пречишћавање базира се на јонизацији гаса, при чему јони гаса формирано око короне (стање високог напона) под утицајем електричног поља се крећу према таложној електроди. Чврсте честице се таложе на таложним електродама одакле се сакупљају отресањем или прањем.

Предности електрофилтера су:

- погодност за велике запреминске протоке гасова
- мали пад притиска и температуре у уређају
- висок степен издвајања честица
- релативно ниски трошкови радне експлоатације и одржавања

Недостаци електрофилтера су:

- велики инвестициони трошкови
- непримењивост на експлозивне гасове и прахове
- захтевају велики простор

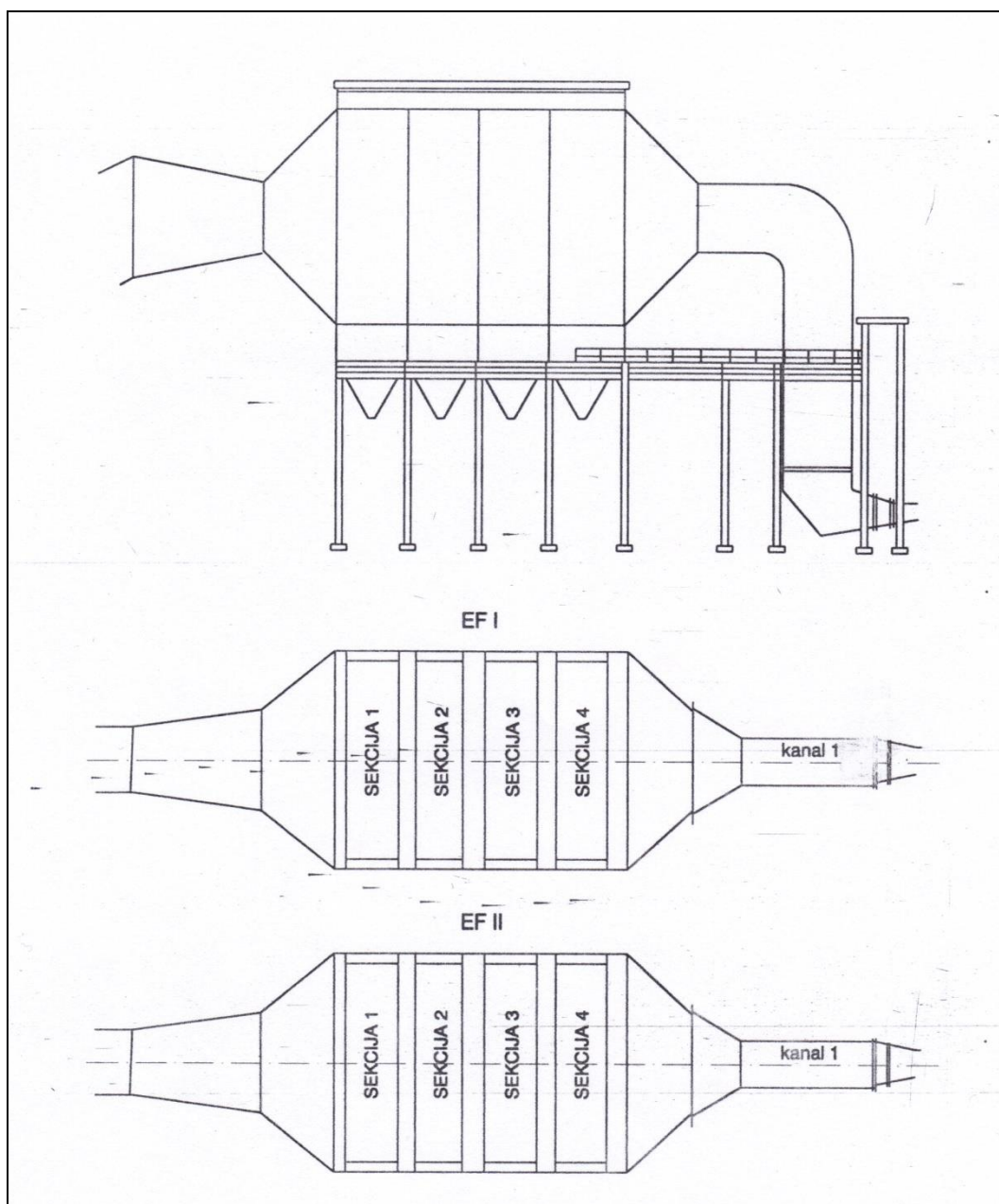
4. ЕЛЕКТРОСТАТИЧКИ ФИЛТЕР

У термоелектрани Костолац А димни гасови који настају сагоревањем угља у котлу блока А2 (210 MW) посебним каналима усмеравају се на два електрофилтера истих пројектних параметара од којих сваки пречишћава по 1/2 укупне количине гасова. На електрофилтеру, слика 2, постоје четири секције.

Електростатички филтер је лоциран на вакумском делу пре вентилатора димних гасова. Димни гасови улазе у филтер кроз улазни део. Честице се на том месту одвајају тако што их привлаче колекторске-таложне електроде услед јаког електричног поља између емисионих и колекторских електрода. Прикупљене честице формирају слој на електродама који се отклањају у цикличким интервалима помоћу тресилице и затим одводе левковима у транспортни део. Важна ствар код процеса одвајања честица је ефективно чишћење електрода оба поларитета од накупљене прашине путем отресања. Танки слој прашине може да узрокује нестабилан рад напајања и смањи ефикасност филтера.

Електрофилтер се састоји од главног кућишта, сетова емисионих и колекторских електрода, тресилица, левкова и улазних и излазних канала.

Главно кућиште је израђено од челика. Састоји се од доњег носећег оквира формираног од дужинских греда, зидова, греда левкова, зидних панела, кровних греда, крова, носача плоча. Главно кућиште је подељено на паралелне секције. На почетку и на крају сваке секције су попречне кровне греде поређане у колонама. Оне носе терет унутрашњег постројења и смештене су на носаче плоча. Ови носачи су на крутом делу конструкције, али су направљени тако да дозвољавају дилатацију. Носачи плоча су довољни да носе конструкцију. Контролна врата са степеницама су постављена на бочним зидовима, на кровним гредама.



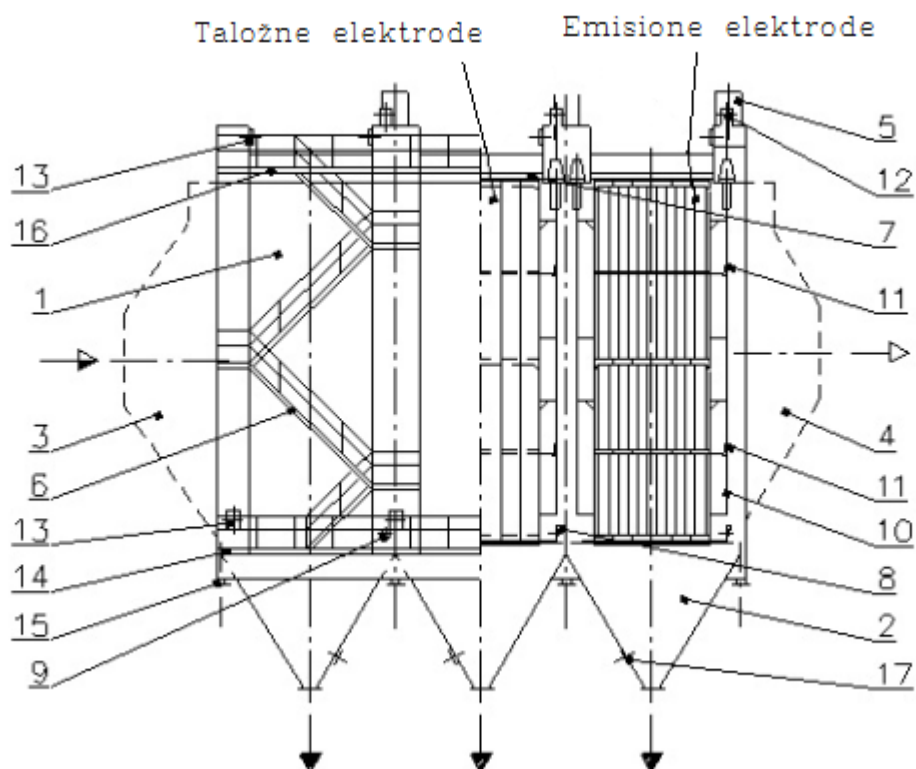
Слика 2: Шема електрофилтера

4.1 Принцип рада електрофилтера

Електрофилтери, слика 3, су функционални уређаји у којима се одиграва процес скупљање чврстих честица смеша путем емитовања короне и одвајање већ прикупљених честица, смеша из ваздуха путем снаге електричног поља.

Слој прашине скупљен на колекторским - таложним електродама (УСЕ) се повећава (расте), те се ослобађа путем ударног механизма за отресање, слика 4 и пада у левак електрофилтера, као и у емисионим – високонапонским електродама

(ВНЕ). Левкови се празне транспортном опремом за прашину заптивени под притиском.



Слика 3: Главни делови електрофилтера – ЕФ

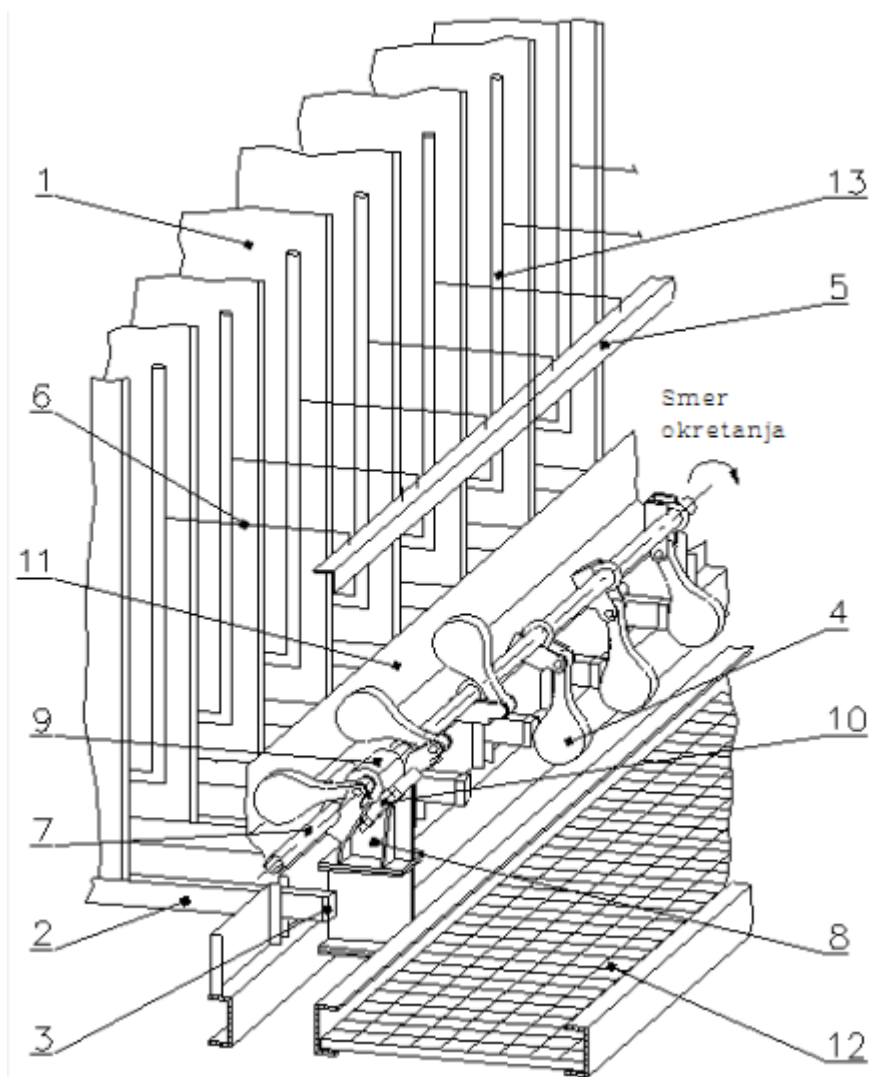
- | | |
|--|--|
| 1. Кућиште ЕФ | 10. Емисионе електроде-вешање (ВНЕ) |
| 2. Левак | 11. Ударни мех. – отресања ВНЕ |
| 3. Улазни део | 12. Погонска јединица уд. мех.
емисионог отресања ВНЕ |
| 4. Излазни део | 13. Врата |
| 5. Усмеривач | 14. Доња пратећа платформа |
| 6. Ступениште | 15. Потпорна подлога |
| 7. Колекторске електроде УСЕ-вешање | 16. Горња пратећа платформа |
| 8. Ударни механизам-отресања УСЕ | 17. Контролни отвор |
| 9. Погонска јединица уд. мех.
отресања таложних електрода | |

Емисионе електроде су повезане са негативним полом исправљача. Таложне електроде имају позитивни пол и уземљење. Отпор уземљења не сме бити виши од $2\ \Omega$.

Високонапонски систем представља сет емисионих електрода, слика 5, које се смештају понаособ између две колекторске-таложне електроде. Емисиона електрода је оквир на којем је затегнута танка жица на одређеним удаљеностима. Оквири су обешени помоћу цевастих вешаљки на керамичке изолаторе на кровним гредама. Изолатори су опремљени са грејним телима који спречавају појаву росе на површини. Струја из високонапонског извора се доводи на горње прирубнице изолатора.

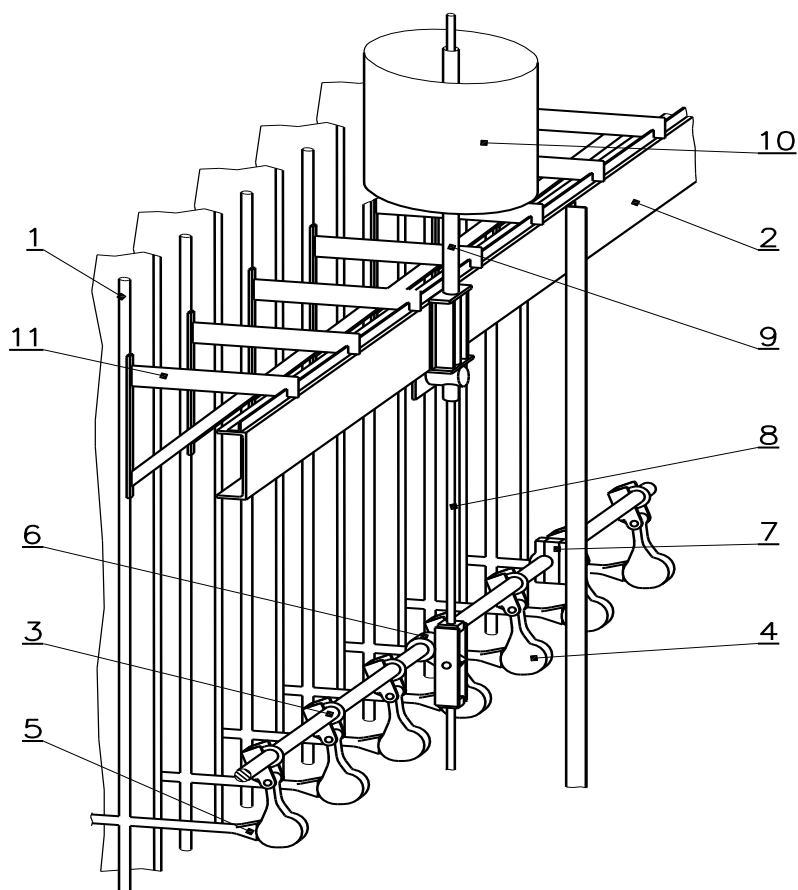
Колекторске електроде су обешене паралелно току димних гасова. Направљене су од челичних трака. Свака електрода је помоћу вешаљки причвршћена за греду. Греде су заварене за кровне носиве греде. На дну, електроде су монтиране на отресајућу греду. Отресајући систем се састоји од изолатора и једне или две осовине са чекићем. Број варира од висине електрода. Погонски механизам се састоји од мотора, зупчаника са ручицом који су лоцирани на кровној греди. Високонапонски систем је одвојен од погона са изолатором. Свака секција је опремљена са једном па до осам тресилица. Отресање је периодично.

Систем отресања колекторске електроде одвија се преко спороокретајуће осовине и чекића који ударају о отресајућу површину. Осовина се покреће помоћу мотора смештеног изван кућишта електрофилтра. Тресилица је монтирана на излазну страну сваке од секција. Секција у програмираном раду мора имати могућност континуалног отресања. Одговарајући интервали се подешавају за време старта електрофилтра.



Слик 4: Ударни механизам таложне електроде-УСЕ

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1. Таложна електрода | 8. Лежај |
| 2. Ударна греда | 9. чаура |
| 3. Одбојник | 10. ламела |
| 4. Чекић | 11. заштитни лим |
| 5. Попречни оквир | 12. Унутрашња платформа |
| 6. Дистанциони стремен | 13. Оквир емисионе електроде |
| 7. Осовина | |



Слика 5: Ударни механизам емисионе електроде-ВНЕ

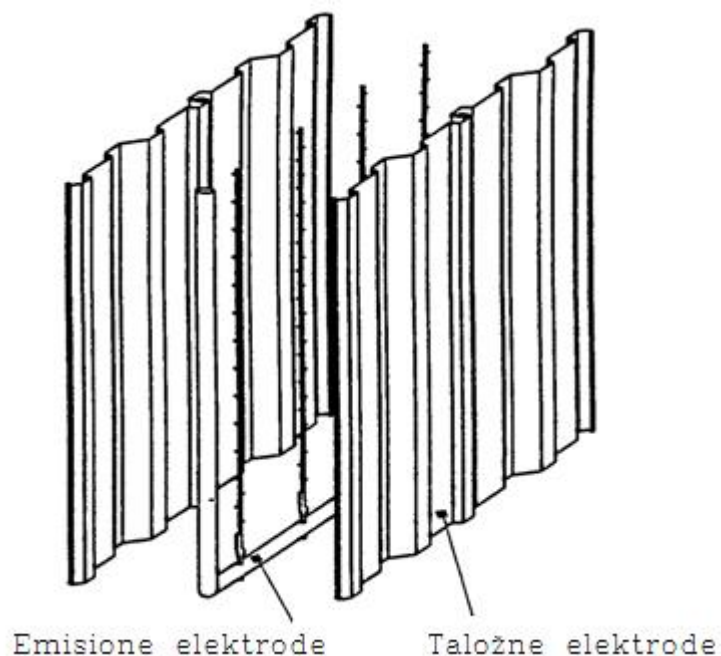
- | | |
|-----------------------------|------------------|
| 1. Оквир емисионе електроде | 7. Лежај |
| 2. Попречни оквир | 8. Шипка |
| 3. Осовина | 9. Цев за вешање |
| 4. Чекић | 10. Заштитна цев |
| 5. Одбојник | 11. Стремен |
| 6. Полука | |

Левкови су уграђени у доњи део кућишта. Крајеви левкова су прирубнице помоћу којих се врши спајање са транспортним системом. Неки левкови су опремљени са грејним телима на висини 1,5m од дна. Сваки левак поседује отвор. Улазни и излазни боксови осигуравају униформно струјање димног гаса кроз секције и омогућују спојеве са каналима.

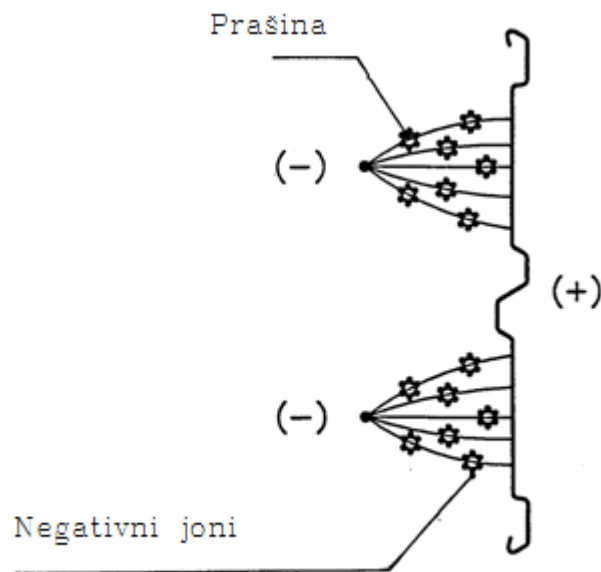
Радни параметри електрофилтера

Температура	+350 °C и 450 °C
Подпритисак	-15 kPa
Максимални надпритисак	4 kPa
Губитак притиска	<150 Pa

Око емисионе електроде - ВНЕ долази до избијања короне, слика 7, тј. долази до емитовања јона. Јони се скупљају на површини честица прашине. Утицајем електричног поља, прикупљене честице привлаче се ка таложним електродама (УСЕ), где се и таложе (слика 6).



Слика 6: Активни делови електрофилтера



Слика 7: Принцип одвајања

4.2 Почетак рада електрофилтера

Пре почетка рада електрофилтера потребно је припремити за рад електрофилтер тј. обезбедити потребне услове и параметре у складу са упутством произвођача.

Технолошки параметри потребни за рад електрофилтера:

- Тражена температура грејање изолатора [$^{\circ}\text{C}$] – тражена температура за грејање изолатора
- Тражена температура грејање левака [$^{\circ}\text{C}$] – тражена температура за грејање левака
- Мин. време загревања [min]
- Минимално време загревања изолатора 120 min
- Мин. температура ЕФ [$^{\circ}\text{C}$] – минимална температура за пуштање филтера
- Окончање ЕФ [min] – време аутоматског рада свих елемената за заустављање филтера
- Макс. број рег. корака – број регулационих корака код оптимализације
- Корак оптимализације – величина регулационог корака за поједине секције у фази оптимализације
- Коефицијент регулације – регулациони коефицијент код оптимализације
- Период оптимализације – период регулационог алгоритма оптимализације
- Макс. одношење честица [mg/m^3] – максимално дозвољено одношење честица
- Подпритисак – вредност подпритиска приликом укљученог усисног вентилатора

- Подпритисак – вредност подпритиска приликом искљученог усисног вентилатора
- Хистерезија – појас неосетљивости

Технолошка ограничења

Температура пред ЕФ [$^{\circ}\text{C}$]

- макс. температура на улазу филтера 230°C

Температура за ЕФ [$^{\circ}\text{C}$]

- макс. температура на излазу филтера 220°C

Температура високонапонских-ВН делова [$^{\circ}\text{C}$] – макс. температура ВВН извора

Температура левака делова [$^{\circ}\text{C}$] – макс. температура левака.

Снабдевање ВНВ (високонапонски извор електричне енергије) је интегрални део електрофилтера. Тип и величина погодна за електрофилтер одређена је конструктивним карактеристикама.

За прикључивање електрофилтера са системом цевовода и уређаја за одвајање честица користе се улазно излазни отвори.

Сам електрофилтер не садржи место за рад (оперативну станицу). Електрофилтером се управља из контролне или командне просторије одакле се управља и осталим технолошким процесом.

Пре него што се електрофилтер стави у погон, мора се испитати следеће:

- а) да електрофилтер не садржи стране делове
- б) да су таложне - УСЕ и емисионе - ВНЕ електроде у реду
- ц) да унутрашњи делови не садрже насlage (синтерована прашина), да је чисто у левковима и да делови електрофилтера не садрже кондензовану влагу
- д) да механизми за отресање таложних - УСЕ и емисионих - ВНЕ електрода прописано раде у складу са параметрима отресања, и да електромотори механизма за отресање УСЕ електрода имају прописни правац окретања
- е) да су сва врата и отвори чврсто затворени и уземљени
- ф) да су сва контролна и мерна средства у реду
- г) да су изолатори довољно загрејани
- х) да су снабдевање ВНВ, функције извора уземљења у реду
- и) да су додатни механизми за заштиту у реду
- ј) да је опрема за премештање прашине прописно затворена и спремна за рад.

Електрофилтер се укључује (стартује) по следећем упутству:

- а) Неопходно је да се пре пуштања у рад електрофилтерског система за отпашивање зависно од оперативних и климатских услова (мин. 2 сата) укључе грејачи високонапонских изолатора и грејачи левкова. За време грејања изолатора пре почетка рада, клапна на излазном каналу иза електрофилтера мора бити

затворена да би се спречило смањење интензитета грејања изолатора услед одвођења топлоте кроз димњак. Омотач изолатора садржи два овална отвора, који се користе само за чишћење унутрашњих зидова изолатора за време стајања постројења. Ови отвори морају бити затворени за време рада постројења. Циркуларни отвори пречника 15mm на затварачима изолатора се користе за само-чишћење и морају бити отворени у процесу рада, са лимитом протока ваздуха зависно од подпритиска у систему. У погледу уштеде енергије, могућ је аутоматски прекид грејања високонапонских изолатора зависно о постигнутој температури око изолатора, која треба да се одржава на 150⁰С изнад очекиване температуре росишта пречишћених димних гасова.

Радна температура прилично смањује век трајања изолатора тако што спречава формирање слоја електричног набоја на зидовима изолатора, што узрокује пуцање.

б) Уређаји за транспорт прашине из левкова се стављају у рад.

ц) Затварачи и пригушни елементи на каналима биће отворени.

д) Сисајући вентилатори се укључују. Електрофилтер се постепено загрева до радне температуре путем излазног ваздуха. Сигнал за старт обично долази од технолошких услова ваздуха и излазних гасова.

е) Старт отресања емисионих електрода је одређен алгоритамски према радним захтевима.

ф) Механизам за отресање таложних електрода се укључује (провера смера окретања тресалица, подешавање и избор одговарајућег интервала отресања (ударања), зависно од режима рада. Неопходно је подесити сетове параметара за сваки режима рада.

г) Високонапонско напајање – (ВН) се укључује према упутству произвођача, након загревања електрофилтера на одређену температуру, већу од температуре росишта пречишћеног ваздуха, како би се избегла појава кондензације на електродама, кућишту и левковима.

Правилан рад електрофилтра условљава:

а) Исправан рад свих механичких делова

б) Исправних вредности напона и струје у ВН напајањима секција. Да би се постигао најнижи степен емисије у излазном ваздуху, неопходно је да оперативни напон буде што виши и да се држи на граници пробоја .

Ако нема појаве короне (манифестује се са смањењем напона и повећањем струје) постиже се већа ефикасност. Ако има појаве короне неопходно је максимално повећање напона из ВН извора.

Већина високонапонског извора напајања је опремљена са импулсним модом напона напајања. Коришћење ове методе зависи од особина излазне мешавине, тј. примеса у ваздушној смеси.

ц) Редовно отклањање наталожених чврстих материја.

5. ОДРЖАВАЊЕ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

Од техничко-технолошких система се захтева да испуне постављене циљеве тј. да посматрани систем изврши своју функцију у одређеном временском периоду и под одређеним условима без отказа. Одржавање техничко-технолошких система смањује или елиминише могућност настајања околности или нежељених догађаја које могу да угрозе функционисање техничких система.

Када се технички систем произведе и укључи у експлоатацију, може бити у једном од два могућа стања: стању у раду и стању у отказу. Ако је технички систем исправан и извршава прописани задатак, на прописан начин и у прописаном времену, он је у стању у раду. Ако није исправан, задатак се не извршава на прописан начин, и тада се систем налази у стању у отказу. Одржавање техничког система има задатак да када је технички систем у раду, то стање што дуже одржи, а када је систем у стању у отказу да систем из стања у отказу, врати у стање у раду.

Одржавање техничких система (машина и уређаја), односно средстава за рад, као функција и део процеса производње заузима данас важно место у производном систему сваке компаније. На развој одржавања утицао је брз индустријски напредак, као и стални пораст аутоматизације и повезаности средстава за рад, затим нагли пораст фиксних трошкова у односу на променљиве и тд.

Одржавање се дефинише као стална контрола над свим средствима за рад, као и вршење одређених поправки и превентивни радњи, чији је циљ, стално, функционално оспособљавање и чување производне опреме, постројења и других машина и уређаја.

Циљеви одржавања у процесу производње упућују на широку област важности одржавања као процеса повезаног са производњом. Важност одржавања средстава за рад огледа се уследећем:

1. Важност одржавања са развојног аспекта (истраживања појаве великог броја застоја на средствима за рад, који расту и због великог раста броја система и аутоматизације производних процеса).
2. Важност одржавања са технолошког становишта (брзо застаривање средстава за рад услед брзог развоја техничког и технолошког процеса, затим застаривање услед трошења као технолошког процеса).
3. Значај одржавања са економског гледишта (појава трошкова услед коришћења средстава за рад).
4. Значај одржавања са социјалног аспекта (средства за рад у лошем и несигурном стању изазивају лоше стање, односе, па чак и незгоде како у самом предузећу, тако у његовом окружењу).
5. Значај одржавања у погледу чувања расположивих ресурса у предузећу.

Поступци одржавања представљају активности и операције које треба спровести да би се систем из стања у отказу вратио у стање у раду. Технологија одржавања одређује како се спроводе поступци одржавања, на који начин, којим алатом, по ком редоследу, како се проверава квалитет извршеног одржавања и слично.

6. ОДРЖАВАЊЕ ЕЛЕКТРОСТАТИЧКОГ ФИЛТЕРА

Одржавање електрофилтерског постројења одвија се кроз утврђену процедуру која обухвата:

- планирање одржавања,
- обезбеђивање потребних ресурса,
- превентивно одржавање,
- накнадно (интервентно) одржавање,
- ремонтно (инвестиционо) одржавање и
- анализа и стално побољшавање,

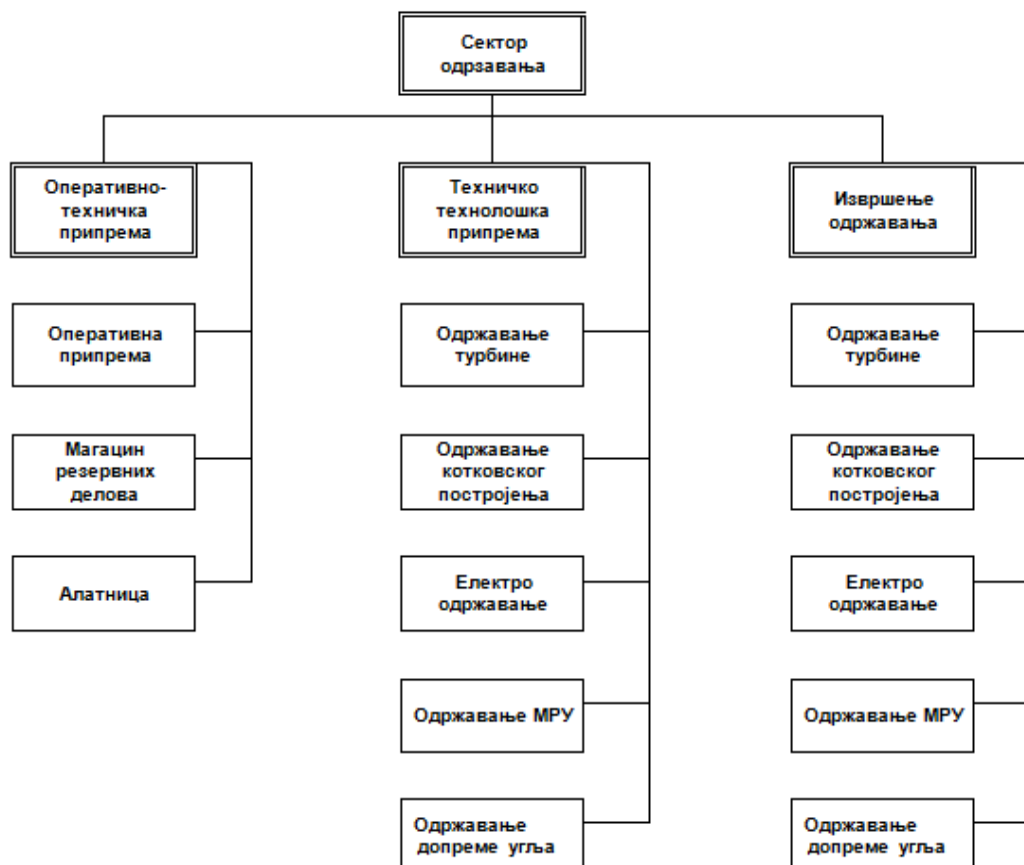
која се спроводи у Сектору одржавања ТЕКО А, са циљем обезбеђења управљања процесом одржавања и доприноса ефикасном, поузданом и безбедном раду постројења.

За успостављање, примену и одржавање ове процедуре одговорни су директор ТЕКО А и главни инжењер Сектора одржавања ТЕКО А.

За спровођење процедуре одговорни су:

- шеф Службе техничко-технолошке припреме одржавања ТЕКО А,
- шеф Службе извршења одржавања ТЕКО А,
- шеф Службе оперативно техничке припреме ТЕКО А
- водећи инжењери, инжењери техничко-технолошко припреме одржавања и извршења одржавања и
- остали носиоци активности (извршиоци)

У циљу бољег функционисања и лакшег спровођења процеса одржавања успостављена је организација рада у Сектору одржавања ТЕКО А, која је дефинисана Организационом шемом Сектора одржавања, приказана на слици 8. Организација одржавања електрофилтерског постројења спроводи се на основу организационе шеме Сектора одржавања, којом су одређене и дефинисане активности запослених у процесу одржавања.



Слика 8: Организациона шема одржавања у ТЕ "Костолац А"

6.1 Планирање одржавања

Планирање средстава за одржавање се врши на годишњем нивоу и то за:

- текуће одржавање (превентивно и корективно одржавање) и
- инвестиционо одржавање (план ремонта).

Предлози ових планова праве се посебно за сваку организациону целину Сектора одржавања ТЕКО А, по блоковима (А1 и А2), крајем године за наредну годину. Организационе целине Сектора одржавања, на основу анализе стања постројења, исказују своје потребе и дефинишу обим неопходних послова, потребну динамику и процене финансијских средстава да се предвиђени послови ураде.

Планирање превентивног одржавања и планирање ремонта, у облику потребном за непосредно извођење, дефинисани су утврђеном процедуром која обухвата и најситније детаље. Обзиром да се активности накнадног (интервентног) одржавања спровode након настајања отказа које није могуће предвидети, планирање средстава за ово одржавање се врши на основу праћења и анализе ових

интервенција у претходном периоду, као и на основу норматива Дирекције за производњу електричне енергије ЈП ЕПС.

Усаглашавање ових планова на нивоу ТЕКО А врше директор ТЕКО А и главни инжењер Сектора одржавања.

Усаглашавање планираних средстава за одржавање ТЕКО А врши се са Дирекцијом за производњу електричне енергије ЈП ЕПС. Основе за израду ових планова одржавања су Електроенергетски биланс којим је утврђено трајање планираних ремонтних радова и Модел за процену вредности планираних годишњих радова одржавања, за текуће одржавање и различите врсте ремонта, који је развијен у Дирекцији за производњу електричне енергије ЈП ЕПС. На овом моделу је базирана методологија планирања трошкова одржавања.

На основу сагледавања средстава која ће бити расположива за одржавање (достављеног од Сектора за план и анализу Дирекције за економске односе ЕПС-а), укупна средства се према утврђеном нормативу расподељују за текуће одржавање, ремонтно одржавање (и то: део за обављање редовних рутинских послова на ремонту блокова, део за заједничка постројења и део за разне нестандартне послове како на блоковима, тако и на заједничкој опреми) и део за санационе (непредвиђене) радове.

Планирање средстава за ремонтне радове засновано је на оцени техничког стања капацитета за производњу електричне енергије, процени могућности обезбеђења средстава ремонта и процени потреба за електричном енергијом.

На основу ових усаглашених планова у ЈП ЕПС-у, израђује се термин План ремонта и нега термо постројења (у дефинисаној форми надлежних служби) и План трошкова одржавања (у дефинисаној форми надлежних служби), као део годишњег Плана пословања ПД ТЕ-КО Костолац за наредну годину у складу са процедуром– Планирање пословања и извештавање.

Праћење реализације усвојених планова обавља се на основу докумената насталих кроз процес реализације послова одржавања и помоћу података који се воде преко информационог рачунарског система. За реализацију планова одржавања и њихово праћење, поред главног инжењера Сектора одржавања ТЕКО А, надлежни су и руководиоца Сектора за комерцијалне послове и руководиоца Сектора за финансијске послове.

За несметано одвијање процеса одржавања потребно је:

- Стручно и компетентно особље са квалификацијом и искуством према Правилнику о организацији и систематизацији послова, положеним стручним испитом према Правилнику о полагању стручних примарних и стручних периодичних испита у ПД ТЕ-КО Костолац и познавањем прописа заштите на раду и противпожарне заштите о чему се води евиденција у Служби за обуку кадрова.

- Опрема, алати, резервни делови и потрошни материјал за одржавање мора бити у складу са техничком документацијом, препорукама произвођача и законским одредбама.

- Резервни делови, потрошни материјал и алати се морају на време обезбедити у складу са процедуром Процес набавке.

- Мерна, испитна и контролна опрема мора бити контролисана према процедури – Управљање опремом за праћење и мерење у ТЕКО А и ТЕКО Б.

- Обезбеђење услова рада и радне средине. Објекти и радна средина у којима се обављају послови одржавања (радови у постројењу се посебно обезбеђују), морају испуњавати услове за безбедан рад, дефинисане регулативом (у погледу микроклиме, хигијене и др.). У току процеса одржавања, због безбедности запослених и опреме, обавезна је примена хигијенско-техничких заштитних мера. Лична заштита радника дефинисана је Правилником о заштити на раду, Правилником о заштити од пожара и одговарајућим законима и прописима из те области (Закон о безбедности и здрављу на раду, Закон о заштити од пожара и Закон о заштити животне средине).

6.2 Превентивно одржавање

Превентивно одржавање је део текућег одржавања које обухвата: утврђивање стања постројења путем превентивних прегледа, спровођење превентивних радова на постројењима, благовремену анализу уочених поремећаја на постројењима и планирање предузимања неопходних корективних акција у погодном тренутку организацијом одржавања представљеном на слици 8.

Превентивно одржавање се спроводи у претходно одређеним временским интервалима са циљем да се прати исправност рада и спречи појава отказа опреме/уређаја.

Основне активности превентивног одржавања су:

- планирање превентивног одржавања,
- припрема технолошких поступака и обезбеђење потребних ресурса,
- покретање и отварање превентивног налога,
- извођење радова,
- контрола изведених радова,
- евидентирање и закључивање налога и
- анализа изведених радова.

Континуално праћење кључних параметара и функционално стање елемената електрофилтера представља надзор који показује његово тренутно стање које превентивним мерама одржавања може да се коригује, како поједини елементи неби изазвали поремећај рада електрофилтера и његовог отказа. Након припреме, пуштање у рад електрофилтерског постројења обавља се помоћу рачунара

подешавањем свих параметара. На оператерском панелу приказане су информације о стању технологије.

6.2.1 Дијагностика стања елемената

У циљу управљања и функционалне дијагностике стања система, на екрану елементи су приказани одговарајућим графичким симболима (слика 9), а бојама приказано је стање елемената (табела 4), тако да боја приказије у ком тренутном стању и режиму рада се елементи система налазе.

Табела 4: Боје елемената

Боја	Значење
Сива	Елемент искључен (неактиван)
Зелена	Елемент укључен(ради без квара)
Плава	Укључен режим синхрон. елемената
Црвена	Отказ/прекид рада елемената

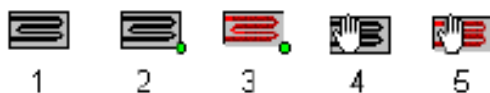
Стање већине елемената на екрану је допуњено текстуалном поруком која тачно описује моментално стање или врсту насталог отказа услед кога је дошло до прекида рада.

Група погона и мотора за транспорт



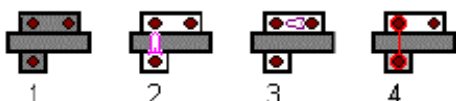
1. мотор искључен
2. мотор укључен
3. прекид рада/отказ мотора
4. мотор искључен (режим мануал)

Загрејавање изолатора



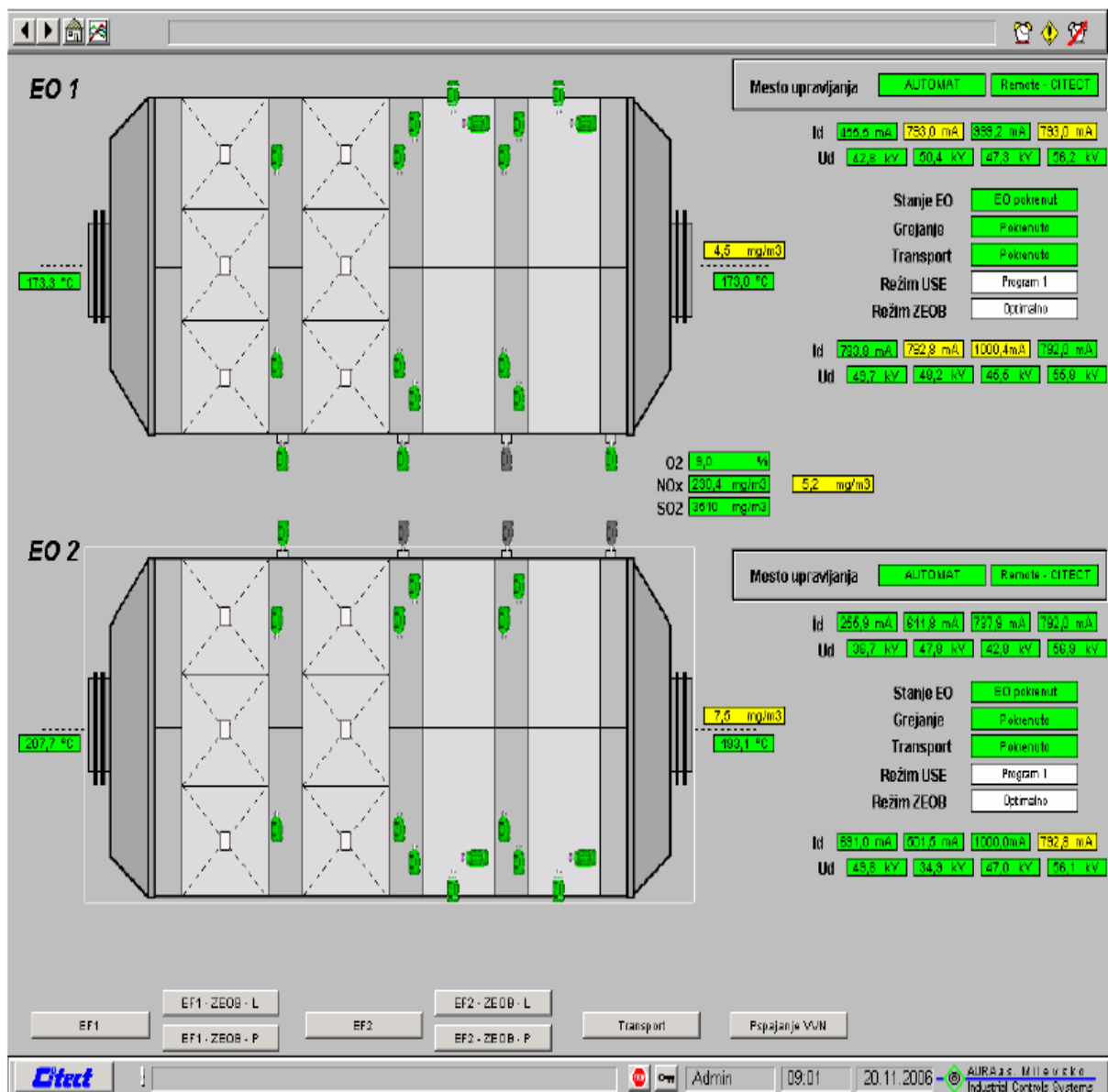
1. грејање искључено
2. грејање искључено, регулатор грејања укључен
3. грејање укључено (режим аутоматски)
4. грејање искључено (режим мануал)
5. грејање укључено (режим мануал)

Уредјај СИЦК - за мерење коцентрације штетних материја



- 1 – уређај искључен
- 2 – рад уређај
- 3 – прекид рада/отказ уређаја
- 4 – уређај искључен - (ручно)

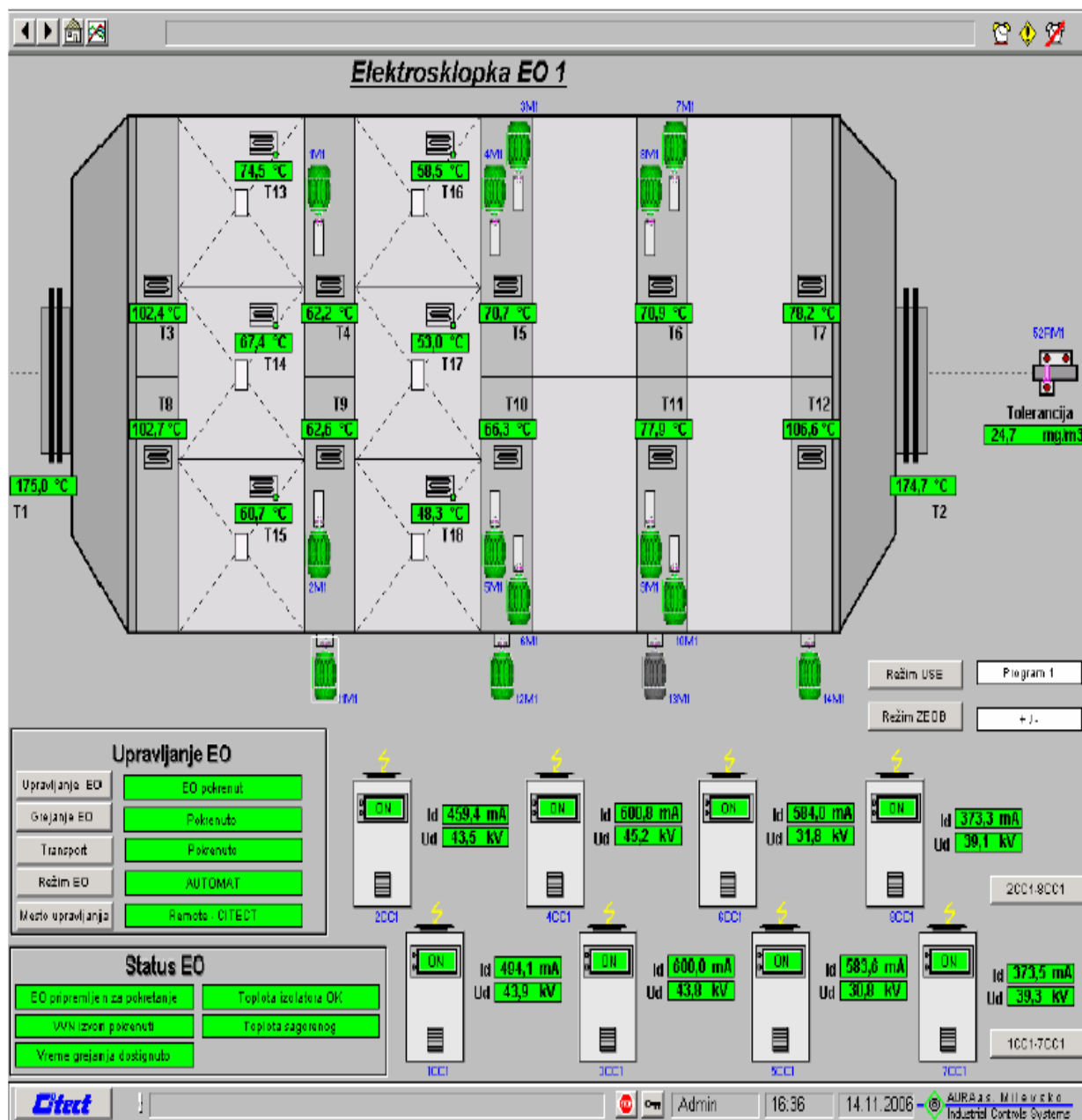
Слика 9: Графички симболи елемената



Слика 10: Шема технологије

Основни екран технологије, приказано на слици 10, приказује све основне податке о целој технологији заједно са шематским приказом електрофилтера и актуалним стањем свих елемената. Помоћу екрана који показује стање свих технолошких целина електрофилтера, оператер електро филтера прати функционално стање свих технолошких целина који обухвата:

- стање транспорта,
- режим отресања USE,
- стање високонапонског извора ЗОБС,
- стање грејача изолатора.
- стање уређаја за мерење концентрација чврстих честица.

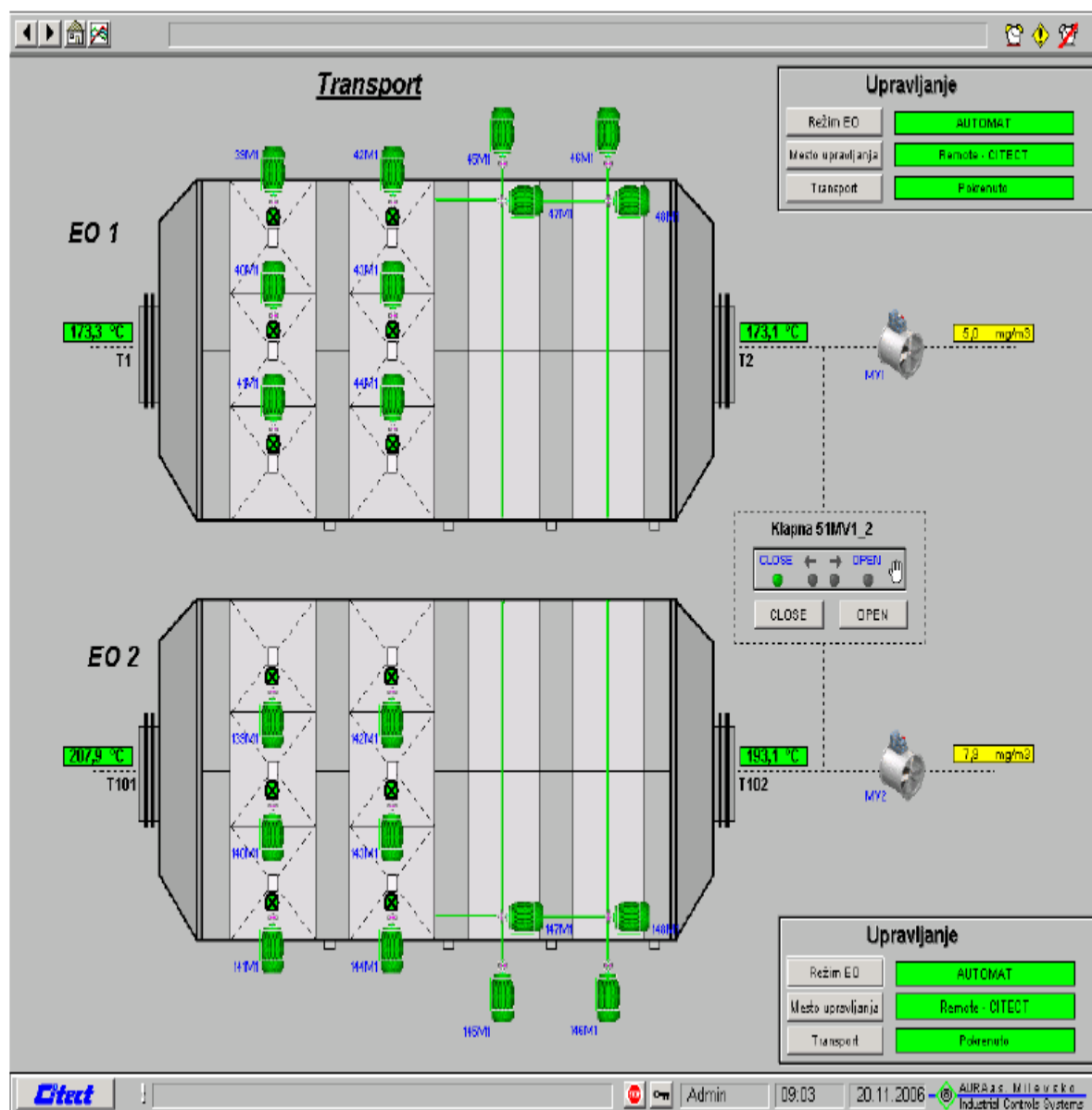


Слика 11: Приказ стања електрофилтера

Екран свих елемената елетрофилтера (Сл.11) даје актуално стање елемената (механичко отресање, левци, високонапонски извори, уређај за мерење концентрације чврстих честица) и на тај начин оператеру даје преглед стања система и прати вредности улазних и излазних параметара.

Екран приказа стања електрофилтера омогућава дијагностику рада електрофилтерског постројења, тј. даје приказ рада елктрофилтера са технолошким параметрима. Поред приказа стања уређаја електрофилтера на екрану, приказани су сви битни параметри рада електрофилтера као што је температура димних гасова на улазу и излазу електрофилтера, температура грејача izolatora, концентрација чврстих честица, начин управљања електрофилтером, програм отресања итд., на осову којих руковаоц електрофилтерским постројењем може кориговати одређене

параметре чиме би се повећала ефикасност рада електрофилтера. То се постиже поебним програмом "Оптимизација" у менију Параметри који се показује на дисплеју за подешавање и праћење параметара режима електрофилтера-оптимизација.



Слика 12: Екран стања транспорта

Екран стања транспорта (Сл.12) приказује стање посебних делова транспортног система електрофилтера (нпр. ротационе транспортере, пужне транспортере, чланкасте транспортере, пнеуматске клапне итд.).

Поремећај у раду система за транспорт имало би за последицу таложење чврстих честица и нагомилавање прашине у електрофилтеру, а касније до прекида рада електрофилтерског постројења.

Графички и у текстуалном облику је видљиво приказано стање свих елемената транспортног система с могућношћу његовог управљања као једне целине или по појединим елементима. Помоћу екрана стања транспорта оператер електрофилтера има тачну информацију о стању система за транспорт чврстих честица и омогућава уочавање поремећаја у раду система за транспорт. Свака промена стања сигнализираће променом боје (табела 4), тј оператеру даје информацију да ли је мотор за транспорт искључен, укључен, отказ/прекид рада мотора или је мотор у ручном режиму рада.

Екран стања транспорта омогућава праћење функционалног стања клапни, као и управљање режимом рада клапни (режим управљања клапнама, управљање клапнама према параметрима режима рада 1 или 2, одређивање позиције клапни, положај клапни-затворене, отворене).

6.2.2 Функционална дијагностика стања технологије

Основна позиција дисплеја пружа основне информације о стању технологије (табела 5), где се непрекидно приказују најпотребније информације и њихове вредности се обнављају.

Табела 5: Стање технологије

Симбол	Значење
Стање ЕФ1,ЕФ2	Радна дојава програма о стању електрофилтера
Отресање	Режим рада таложних електрода – отресањем
ЗЕОБ	Режим рада ВВН ЗЕОБ
Транспорт	Режим рада
Одношење честица	Активна вредност концентрације честица прашине (mg/m^3)

Приказ групе технолошких параметара (табела 6 и 7), омогућује дијагностику стања и управљање електрофилтером.

Табела 6: Приказ технолошких параметара

Симбол	Значење
Технологија	Преглед и подешавање технологије
Чишћење-отресање	Преглед и подешавање параметара чишћења и отресања УСЕ
Оптимизација	Преглед и подешавање параметара оптимизације
СИЦК	Преглед и подешавање параметара СИЦК

Табела 7: Опсег технолошких параметара

Симбол	Значење	Распон
Грејање изолатора	Температура грејања изолатора	20÷200°C
Грејање левка	Температура грејања левка	20÷200°C
Температура ЕФ мин	Минимална температуран на улазу ЕФ	20÷200°C
Време загревања	Минимално време грејања изолатора	0÷240 min
Време кретања	Време кретања ЕФ	0÷60 min
Блокада отресања	Блокада рада механизма за отресање	0.1
Деблокада вентилатора	Блокада рада ЕФ на ход вентилатора	0.1

Параметри програма чишћења отресањем

Помоћу групе параметара може се унапред подесити рад чишћења отресањем за два о себи независна програма. Рад чишћења отресањем се за сваки део филтера може спецификовати посебно. Параметри програма отресања приказани су у табели 8.

Табела 8: Параметри периода отерсања по секцијама

Параметри програма отресања					
Рад	06:00	03:00	03:00	03:00	Програм I
Период	06:00	06:00	12:00	22:00	
Рад	06:00	03:00	03:00	03:00	Програм II
Период	06:00	12:00	24:00	36:00	
Секција	I	II	III	IV	

Параметри оптимализације омогућују праћење и подешавање актуалних параметара режима електрофилтера – оптимализација.

Тест дијагностика, табела 9 обухвата сигнализацију стања технологије, стање ВВН, елемената ЕФ и стање комуникације.

Табела 9: Дијагностика стање технологије

Симбол	Значење
Технологија	Сигнализација стања технологије-радни подаци
Елементи	Сигнализација стања елемената
ВВН извор	Сигнализација стања ВВН извора
Комуникације	Сигнализација стања комуникација

1. Сигнализација стања технологије обухвата:

- температуру на улазу ЕФ1 и ЕФ2
- температуру на излазу ЕФ1 и ЕФ2
- температуру изолатора,
- рад уређаја СИЦК

2. Сигнализација стања елемената приказано у табели 10, омогућава оператеру праћење тј. дијагностику стања елемената за отресање, рад ротационих и пужних транспортера, грејање изолатора и тд.

Табела 10: Дијагностика стање елемената

Симбол	Значење
ЗЕОБ	Сигнализација стања ВВН извора
Отресање	Сигнализација стања погона за чишћење отресањем
Грејање	Сигнализација стања грејања изолатора
Ротациони транспортери	Сигнализација стања погона за транспорт
Пужни транспортери	Сигнализација стања пужних транспортера

3. Сигнализација стања ВВН извора

Стање ВВН извора приказује актуалне вредности свих ВВН извора (I_{ss} – средња струја, U_{ss} – средњи напон, U_{pp} – максимални напон, P – снага, Prs – број прескока/min).

6.2.3 Планирање превентивног одржавања

На основу упутства произвођача опреме, законских прописа и анализе отказа и интервенција у претходном периоду, инжењери, уз сагласност шефа Службе техничко-технолошке припреме одржавања ТЕКО А - Техничко-технолошка припрема, праве посебне Планове и програме превентивних активности за поједина постројења и уређаје (планови подмазивања, обилазака, прегледа, читавања), записе у слободној форми.

Ови планови и програми садрже потребне систематске прегледе за поједине уређаје у зависности од времена рада тих уређаја или уопште од протеклог (календарског) интервала времена. На основу ових планова и програма, који садрже потребне ресурсе (радну снагу, потребно време рада, алат и потрошни материјал), планирају се, крајем године за следећу годину, средства потребна за превентивно одржавање.

6.2.4 Припрема технолошких поступака и обезбеђење потребних ресурса

Инжењер, односно водећи инжењер, дефинише технолошке поступке, време и активности које треба обавити у оквиру превентивног одржавања (у дефинисаној форми организационе јединице за израду технолошких поступака).

Превентивни преглед обухвата обилазак постројења и извршавање потребних послова на постројењу и уређајима који су дефинисани у Радној листи). Преко овог обрасца, инжењери, односно водећи инжењери, дефинишу радне поступке, фазе рада, потребне испитне мере и параметре за подешавање, скице и упутства, број и структуру извршилаца, потребно време рада (норматив), специјалне алате и др. За свако постројење или уређај формира се запис Карта постројења или уређаја _____, у који се уписује: датум прегледа, шта је установљено прегледом, часови рада и потпис одговорног лица. Сва постројења и уређаји обухваћени овим прегледима означени су према књизи - Номенклатура постројења и уређаја. У различитим интервалима времена предвиђају се прегледи са различитим радним поступцима. На основу тога се прави програм свих прегледа по уређају.

На основу дефинисаних потреба исказаних преко Радних листи, Техничко-технолошка припрема и Оперативно-техничка припрема обезбеђују недостајуће потребне ресурсе преко Захтева за набавку дефинисан процедуром и Требовања (запис дефинисан процедуром – Пријем, складиштење и издавање робе из магацина ПД ТЕ-КО Костолац).

а) Покретање и отварање превентивног налога

Превентивни радни налози могу бити стални и појединачни – текући, према предвиђеној динамици одређеној од стране инжењера, односно водећег инжењера.

Покретање и отварање превентивних налога се врши на основу записа Технолошки поступци, време и активности које треба обавити у оквиру превентивног одржавања. При томе се користе следећи обрасци: Радна листа, Карта постројења или уређаја _____, Радни налог бр. ____.

б) Извођење радова

Свакодневно, пословође или инжењери Службе извршења одржавања, преузимају припремљене Радне листе, које се налази на распореду у Служби ОТП, формирају групу за извршење, која приступа реализацији – извршењу према опису, дефинисаном у превентивном налогу. Сваког дана при крају радног времена саопштавају послове за следећи радни дан, као и саставе радних група.

У случају потребе, требају се материјал према процедури – Пријем, складиштење и издавање робе из магацина ПД ТЕ-КО Костолац. Сви потребни записи (требовања и др.) везују се за отворени превентивни радни налог, ради праћења трошкова.

Рад по превентивном радном налогу се евидентира у Радној листи. Пословођа и инжењер извршења уносе датум извршења, потписују након извршења, и враћају као завршене радове у Службу ОТП. Обавезно је попуњавање и потпис сваког радног налога.

У случају да се при извршењу превентивног прегледа утврди да је потребна нека интервенција на уређају, пословођа извршења усмено обавештава инжењера извршења и одговарајућег инжењера, ради доношења одлуке о решењу проблема. Инжењер, односно водећи инжењер, обавезан је да пре отварања радног налога за поправку, изврши проверу рада уређаја и утицај на постројење као целину. Уколико интервенција захтева застој постројења, инжењер, односно водећи инжењер, отвара радни налог за застој и досије радног налога се враћа у Службу ОТП, део за застој.

Такође, уколико нема материјала који су потребни за реализацију налога, означава се рубрика блокирано у налогу, налог се враћа Служби ОТП и ставља у део за застој због материјала.

По добијању материјала, инжењер, ажурира налог. У радном налогу, односно радној листи пословође бележе податке о утрошеном времену, дефинишу часове рада по појединим радним налозима и то достављају оперативној припреми.

При извршењу послова особље користи прописане технолошке поступке, уз коришћење технолошко-техничке документације, упутства за коришћење опреме и уз придржавање одговарајућих стандарда и прописа. Управљање техничком документацијом врши се у складу са процедуром – Управљање техничком документацијом у ТЕКО А.

ц) Контрола изведених радова

Контролу извршених радова обављају: пословођа, инжењер извршења, инжењер, водећи инжењер, и повремено, у зависности од врсте радова, значаја и врсте уређаја, руководиоци из производње/експлоатације.

По завршеном превентивном налогу, референт ОТП, превентивни налог са свим прилозима, предаје Техничко-технолошкој припреми (одговарајућем инжењеру) ради упознавања са извршеним активностима. Уколико одговарајући инжењер, личним увидом у извршене радове, оцени да нису у потпуности реализоване све активности из превентивног налога, интервенише и враћа налог Извршењу одржавања (преко Службе ОТП) да се те активности изврше. По завршеном послу, референт Службе ОТП их носи на контролу и потпис инжењеру.

д) Евидентирање и закључивање налога

Након упознавања са извршеним активностима, инжењер потписује Радни налог бр. ____, враћа је у Службу ОТП, а за поједине уређаје потребне податке уноси у Историјат (запис у електронском облику, у слободној форми) формиран према уређају са ознаком према Номенклатури постројења и уређаја.

Након завршених и потписаних налога, референт Службе ОТП исте комплетира и закључује у Регистар радних налога. Разврстава и одлаже налоге према Номенклатури постројења и уређаја, тако да се могу у случају потребе брзо наћи.

е) Анализа изведених радова

Техничко-технолошка припрема врши анализу изведених превентивних радова и прегледа, прати и уочава евентуалне поремећаје, благовремено планира и предузима неопходне корективне акције у циљу отклањања уочених недостатака.

Инжењер, односно водећи инжењер, дужан је да једном годишње (а по потреби и чешће) изврши преглед и по потреби допуну или измену превентивних налога. Оцену превентивних радова, као и стање уређаја и система уопште, уноси у Годишњи извештај о стању уређаја (запис у слободној форми) који мора предати шефу Службе техничко-технолошке припреме одржавања до 1. јануара наредне године. Део годишњег извештаја чини и план активности за следећу годину.

На основу праћења техничких својстава опреме током експлоатације и достављених извештаја, планирају се и предузимају превентивне активности у циљу спречавања појаве отказа и побољшавања процеса производње.

6.3 Накнадно (интервентно) одржавање

Накнадно (интервентно, инцидентно, непредвиђено, корективно) одржавање је део текућег одржавања које се спроводи након појаве отказа на постројењу/уређају, који није могуће предвидети и које најчешће захтева тренутно извођење интервенције одржавања, отклањање отказа и враћање постројења у радно стање.

Процес накнадног одржавања садржи следеће активности:

- пријављивање отказа,
- припрема интервенције,
- обезбеђење потребних ресурса,
- извођење интервенције,
- контрола изведених радова,
- евидентирање интервенције и
- анализа отказа и интервенције.

Дијаграм тока процеса накнадног (интервентног) одржавања приказан је на слици 9.

У случају потребе, требају се материјал и делови на основу Требовања (запис дефинисан процедуром – Пријем, складиштење и издавање робе из

магацина ПД ТЕ-КО Костолац). Сви потребни записи (требовања и др.) везују се за отворени радни налог, ради праћења трошкова.

Све извршене интервенције по радном налогу се евидентирају, уноси се датум извршења и исти потписује пословођа након извршења и враћа у Службу ОТП.

У случају извођења радова на постројењима угроженим од експлозивних смеша, поступа се у складу са Правилником о руковању, изградњи и одржавању постројења угрожених од експлозивних смеша у ТЕКО А.

Посебна пажња се посвећује специјалним процесима, односно процесима у којима се усаглашеност не може лако верификовати (заваривање, термичка обрада, антикорозивна заштита и др.). Те процесе обављају обучени радници у складу са законским прописима.

Извођач радова свакодневно попуњава Грађевински дневник (законом прописан садржај) са описом обављеног посла, утрошком материјала на основу ког се прави Обрачунски лист грађевинске књиге (стандардизована форма), који оверава надзорни орган и извођач.

Евиденција о утрошеном времену радника ТЕКО А на одржавању се води преко радног налога, односно радне листе. У случају да је потребно ангажовање ван радног времена, шеф службе испоставља Захтев за продужени рад/Решење, на основу кога главни инжењер сектора доноси решење.

6.3.1 Пријављивање отказа

Оперативна лица у производњи/експлоатацији, након настанка отказа, или извршиоци одржавања у току превентивних прегледа, исти евидентирају у Књигу кварова (запис дефинисан процедуром – Производња и испорука електричне енергије у ТЕКО А).

У случају хитности, шеф смене производње, поред пријављивања преко Књиге кварова, пријављује отказ одговарајућем шефу службе у Сектору производње, који одмах (телефоном) обавештава шефа Службе техничко-технолошке припреме и одговарајућег инжењера, који на основу личног увида предузима потребне мере. Уколико је прекид рад/отказ настао после 15 часова, шеф смене процењује погонску ситуацију и у случају потребе одмах телефоном позива и организује долазак радника одговарајуће службе ради отклањања узрока прекида рада. У зависности од обима и врсте отказа, шеф смене производње информише и шефа Службе производње, шефа Службе техничко-технолошке припреме одржавања и шефа Службе извршења одржавања.

6.3.2 Припрема радова (интервенције)

Након упознавања техничко-технолошке припреме са Књигом кварова, одговарајући инжењер задужен за одржавање постројења на коме је настао отказ, предузима следеће активности:

- Врши дефектажу, утврђивање обима неисправности и доноси одлуку да ли је потребно отворити радни налог, односно Захтев за рад бр. __ или извршити ситан рад (интервенција мањег обима без требовања резервних делова). Ово евидентира у Књизи кварова.

У случају оштећења основног средства, а када је природа прекида рад услед отказа таква да се може очекивати наплата трошкова од Осигуравајућег завода, информисе се Осигуравајући завод, прави се Записник о оштећењу основног средства (запис у слободној форми) и отвара се радни налог на терет Осигуравајућег завода.

- Утврђује узрок отказа и потребне операције одржавања ради санирања отказа.

- Припрема потребну техничку документацију (цртежи, шеме, упутства за одржавање)

- Анализира расположивост свих потребних ресурса и по потреби поступа у складу са процедуром – Процес набавке.

- Припрема оперативну документацију, отвара Захтев за рад, дефинише послове, начин извођења интервенције, учеснике у интервенцији, обезбеђења и дозволе за рад и др.

- Захтев за рад, потписује шеф Службе техничко-технолошке припреме одржавања који дефинише степен хитности. Служба ОТП евидентира Захтев за рад бр. __, отвара Радни налог, додељује му број, евидентира у Регистар радних налога, и доставља Извршењу одржавања на реализацију.

а) Обезбеђење потребних ресурса

У случају да је потребно да се набави резервни део или материјал, кога нема у магацину, пише се Захтев за набавку (запис дефинисан процедуром) и поступа у складу са процедуром – Процес набавке.

У случају да је за отклањање прекида рад услед отказа потребно да се ангажују услуге лица или организације ван ТЕКО А, такође се пише Захтев за набавку (запис дефинисан процедуром – Процес набавке).

б) Извођење интервенције

Радове обавља Извршење одржавања или ангажована организација под надзором Техничко-технолошке припреме или Извршења одржавања. Инжењер извршења и пословођа се упознају са добијеним радним налогом, формирају групу за извршење, која приступа реализацији – извршењу према опису, дефинисаном у

налогу. Извршење мора попуњавати радне листе и сву потребну документацију у току рада. По обављеном упису, радне листе се потписују. Тачност и исправност радних листи контролишу пословођа и инжењер извршења, што оверавају потписом и датумом.

Одговарајући инжењер дужан је да прати процес рада и размењује информације са инжењером извршења и пословођом.

У случају да је потребно обезбеђење радова, шеф смене производње или блоковођа организују поступак обезбеђења путем обрасца Листа обезбеђења бр. ____ . У случају радова на електро постројењу користи се образац Књига обезбеђења електро уређаја (запис дефинисан процедуром – Производња и испорука електричне енергије у ТЕКО А).

ц) Контрола изведених радова

Контролу изведених радова обавља пословођа и/или инжењер извршења, затим Техничко-технолошка припрема (инжењер који је отворио радни налог) и производња/ експлоатација.

Постројење/уређај се предаје Сектору производње, односно експлоатацији, повлачењем обезбеђења, тј. Листе обезбеђења, тек након спроведених потребних испитивања и мерења, уз потписе овлашћених лица. У случају да постоји неусаглашеност, она се отклања предузимањем одређених активности од стране извршења и припреме, уз консултације шефова служби.

д) Евидентирање интервенције

По завршеној интервенцији, инжењер закључује радни налог, својим потписом, а Служба ОТП то евидентира у Регистар радног налога.

Интервенције на појединим постројењима/уређајима се уносе и у Историјат, ради праћења стања постројења/уређаја.

Све евиденције везане за реализацију плаћања воде се у Дирекцији за економске послове.

6.3.3 Анализа отказа и интервенције

У случају да је отказ проузроковао застој блока, Производња и Техничко-технолошка припрема анализирају узрок насталог застоја и о томе праве Извештај о застоју (запис у слободној форми). Анализа се врши на основу чињеница, узрока који се морају јасно навести. За то су одговорни водећи инжењери служби, шеф Службе техничко-технолошке припреме одржавања и главни инжењер Сектора одржавања.

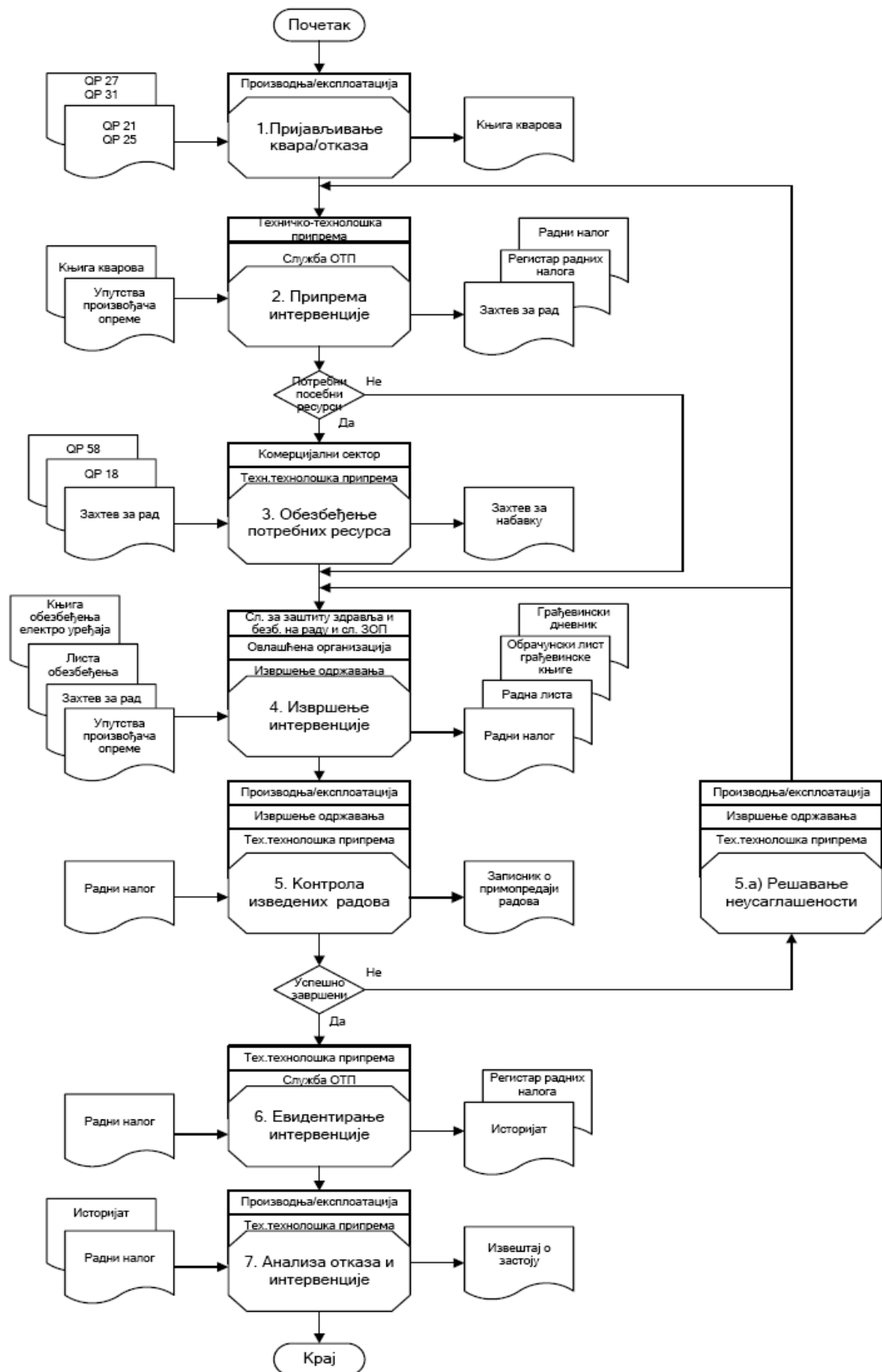
Техничко-технолошка припрема врши анализу отказа, тако што прати све интервенције на уређајима, (преко историјата), врши контролу радне способности уређаја, цене коштања раније обављених интервенција и уз коришћење техничке

документације предузима корективне интервенције, са циљем отклањања узрока неисправности/отказа, тако да спречава појаву истих отказа у будућности.

На основу ове анализе предузимају се следеће мере:

- израђује се нови или побољшава постојећи радни поступак (технологија) за одржавање,
- врши се замена појединих елемената уређаја, који доводе до отказа, квалитетнијим,
- предлажу се главном инжењеру Сектора одржавања и директору ТЕКО А реконструкције и модификације на уређају или делу уређаја.

Дијаграм тока процеса накнадног (интервентног) одржавања



Слика 9: Дијаграм тока процеса накнадног (интервентног) одржавања

6.4 Ремонтно (инвестиционо) одржавање

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

Ремонтно одржавање обухвата следеће активности:

- планирање ремонта (инвестиционог одржавања),
- припрема ремонта,
- обезбеђење потребних ресурса,
- извршење ремонта,
- контрола и примопредаја изведених радова,
- евидентирање и закључивање налога и
- анализа и извештавање.

6.4.1 Планирање ремонта (инвестиционог одржавања)

На основу захтева законске регулативе, техничких прописа и стандарда у погледу техничке исправности и сигурности опреме, упутстава произвођача опреме и стања опреме, планирају се ремонти на постројењима и опреми крајем године за наредну годину.

Припрема одржавања дефинише врсту и обим ремонтних радова на основу:

- програма ремонта усвојеног од Управног одбора ЈП ЕПС-а,
- захтева законске регулативе, техничких прописа и стандарда,
- технолошке потребе захтева од стране производње /експлоатације,
- уочене неисправности на опреми и
- анализе записа о стању опреме (извештаји анализе процеса, извештаји о мерењима, историјат).

План ремонта раде инжењери, под надзором водећих инжењера и шефова Служби техничко-технолошке припреме одржавања и извршења. План ремонта садржи врсту и обим ремонтних активности по постројењима и уређајима са терминима који дефинишу почетак, трајање и завршетак ремонтних активности. План се доставља главном инжењеру одржавања и директору ТЕКО А који врше потребна усаглашавања и интегрисање планова на нивоу ТЕКО А.

Усаглашен термин план, доставља се надлежној Дирекцији ЕПС-а 15 дана пре почетка ремонта одређеног објекта. Термин план дефинише почетак, трајање и

завршетак ремонтних активности. Планирани обим ремонтних радова зависи и од врсте ремонта (стандардни, продужени или капитални ремонти), што зависи од стања опреме, времена рада, препорука и др.

6.4.2 Припрема ремонта

На основу дефинисане врсте и обима ремонтних радова, приступа се припреми ремонта, прављењем планова за непосредно извођење, који садрже следеће активности:

а) Дефинисање Технолошких поступака преко Радних листи. Преко ових записа, инжењери дефинишу радне поступке, фазе рада, потребне испитне мере и параметре за подешавање, скице и упутства, број и структуру извршилаца, потребно време рада (норматив), специјалне алате и др. на основу технолошко-техничке документације, упутства за коришћење опреме и уз придржавање одговарајућих стандарда и прописа.

Управљање техничком документацијом врши се у складу са процедуром Управљање техничком документацијом у ТЕКО А.

б) Дефинисање потребних резервних делова, потрошног материјала и алата преко Захтева за набавку (дефинисан процедуром– Процес набавке).

ц) Дефинисање обима и врсте услуга преко Захтева за набавку (запис дефинисан процедуром – Процес набавке). На основу програма ремонта за поједине блокове и постројења, одређују се лица за реализацију и прави се план активности којим се дефинише обим и врста услуга и рокови извршења.

д) Отварање ремонтних Радних налога врши Служба ОТП на основу припремљених и потписаних Радних листи, од стране припреме одржавања; евидентира Радне налоге у Регистар радних налога како би добили број и ставља их на распоред.

е) Обезбеђење потребних ресурса

Служба набавке, на основу испостављених Захтева за набавку (запис дефинисан процедуром) у сарадњи са техничко-технолошком припремом, обезбеђује набавку резервних делова, материјала и спољне услуге (ангажовање овлашћених организација). Пријем резервних делова и опреме се врши према процедури – Пријем, складиштење и издавање робе из магацина ПД ТЕ-КО Костолац.

6.4.3 Процес реализације ремонта

Извршење ремонта обавља се по дефинисаном термин плану и ремонтним листама активности за поједину опрему, за шта су одговорни инжењери.

Радове обавља Извршење одржавања или ангажована организација под надзором припреме, инжењера извршења и пословође, у складу са важећим техничким прописима за радове на тим постројењима.

Инжењер извршења и пословођа, према добијеним ремонтним налозима, са инжењерима, формирају групе за извршење, које приступају реализацији – извршењу према опису, дефинисаном у налогу.

Инжењери су одговорни за планирање обима, начина испитивања, редоследа, броја извршилаца. Промена плана и технологије мора бити усклађена са шефом Службе техничко-технолошке припреме одржавања и главним инжењером Сектора одржавања.

Инжењер извршења и пословођа су одговорни за спровођење технологије, размену повратних информација са техничко-технолошком припремом и за квалитет обављеног посла.

Активности везане за: обезбеђење радова, заваривање, требовање материјала, надзора, евиденције о утрошеном времену и ангажовању запослених дефинисане су у склопу извођења интервенције.

Ток реализације ремонта се континуирано прати електронским путем седмодневним уносом података.

а) Контрола и примопредаја изведених радова

У процесу реализације ремонтних радова врши се стална контрола од стране надзора.

Контролу изведених радова обавља пословођа и/или инжењер извршења, затим припрема одржавања (инжењер који је отворио радни налог) и корисник (производња/експлоатација).

Постројење/уређај се предаје организационој јединици, тј. производњи, односно експлоатацији, повлачењем обезбеђења, тј. Листе обезбеђења, тек након спроведених потребних испитивања и мерења, уз потписе овлашћених лица. У случају да постоји неусаглашеност, она се отклања предузимањем одређених активности од стране извршења и припреме, уз консултације шефова служби.

Примопредаја радова на опреми и инсталацијама током ремонтних радова врши се између овлашћених представника извођача радова, надзора, техничко-технолошке припреме и корисника опреме. Примопредаја обухвата проверу рада по фазама, контролу докумената о извршеним радовима и пробни рад опреме и постројења. Потписом учесника на Записнику о примопредаји радова (запис у слободној форми), потврђује се да су радови изведени према техничкој документацији и да су након старта постројења постигнути параметри процеса у границама пројектованих.

У случају да постоји неусаглашеност, односно одступање у раду уређаја, она се отклања предузимањем одређених активности од стране извршења и припреме одржавања да се неусаглашеност отклони.

б) Евидентирање и закључивање налога

Након упознавања са током и извршеним активностима, инжењер потписује ремонтни налог, враћа налог Служби ОТП, а за поједине уређаје потребне податке из налога уноси у Историјат формиран према уређају са ознаком према Номенклатури постројења и уређаја.

Након завршених и потписаних ремонтних налога, референт Службе ОТП исте комплетира и закључује у Регистар радних налога. Разврстава и одлаже радне налоге према Номенклатури постројења и уређаја, тако да се могу, у случају потребе, брзо наћи.

Све евиденције везане за реализацију плаћања воде се у Дирекцији за економске послове.

ц) Анализа и извештавање

Служба техничко-технолошке припреме одржавања, врши анализу изведених ремонтних радова на постројењу, цене коштања обављених интервенција, анализу утрошеног материјала, рада и осталих трошкова и о томе прави извештај. Шефови Службе техничко-технолошке припреме одржавања и извршења проверавају и усаглашавају појединачне извештаје инжењера и целовит Извештај о ремонту (запис у слободној форми) предају главном инжењеру Сектора одржавања и директору ТЕКО А, најкасније 30 дана од завршетка ремонта.

д) Анализа и стално побољшавање

На основу обављених анализа у току текућег и инвестиционог одржавања, спроводе се активности побољшавања у правцу:

- измене технологије одржавања, начина извођења поступака,
- обезбеђивања одговарајућих потребних уређаја, опреме и алата који задовољавају захтеве сигурности и поузданости,
- унапређења знања и искуства особља (образовање, семинари из домена технологије одржавања),
- модификације и реконструкција опреме и уређаја, вршењем сталних унапређења, коришћењем нових знања и научно-техничких достигнућа и коришћења информационог система.

7. КОНТРОЛА И МОНИТОРИНГ РАДА ЕЛЕКТРОФИЛТЕРА

Да би се осигурао исправан рад и повећавала поузданост и функционалност електрофилтра неопходна је редовна контрола:

- за време рада,
- дневна контрола и мониторинг,
- превентивна контрола.

7.1 Контрола електрофилтера за време рада

За време рада потребно је:

а) пратити температуре издувних гасова путем мерења температуре на улазу и излазу електрофилтера. Температура издувних гасова се мора безусловно одржавати у датом опсегу. Пад температуре испод тачке росишта може да узрокује сметње у функционисању електрофилтра. Повећање температуре је нежељено у погледу материјала и димензија кућишта.

б) уклањање прашине. Загушен левак узрокује кратке спојеве и угрожава функционалност електрофилтра. Због тога неопходно је редовно уклањање талоба из левкова.

ц) пратити стање сигнализације са електричних уређаја, инсталација и ВН извора напајања. Преглед ових уређаја мора бити у сагласности са прописаним правилима и упутством произвођача.

д) статички притисак и пад притиска у електрофилтру. Пад притиска може бити узрокован таложењем на зидовима сепаратора, или услед промене температуре.

7.2 Дневна контрола и мониторинг

Мониторинг тј. праћење емисије чврстих честица у атмосферу је основни показатељ функционалног стања електрофилтера. Поред мониторинга тј. праћења емисије чврстих честица у атмосферу, неопходна је и дневна провера делова електрофилтра, тамо где је визуелно могуће.

Провера обухвата:

- а) преглед свих моторних уређаја
- б) подмазаност редуктора, електричних мотора и свих осталих механизма.
- ц) преглед пуњења левкова

- д) функционални тест свих контролних, мерних и сигналних уређаја
- е) провера спојева прирубница
- ф) функционални тест
- г) препорука је да се дневно прати снага ВН извора.

На основу измерене дневне вредности које су приказане у табели 11 просечна дневна емисија износила је 46 mg/m^3 .

Табела 11: Вредности дневне емисије чврстих честица

Време	mg/m ³	Време	mg/m ³	Време	mg/m ³	Време	mg/m ³	Време	mg/m ³	Време	mg/m ³
00:30	36	04:30	29	08:30	34	12:30	34	16:30	42	20:30	40
01:00	33	05:00	37	09:00	28	13:00	34	17:00	39	21:00	41
01:30	38	05:30	28	09:30	32	13:30	32	17:30	30	21:30	38
02:00	40	06:00	40	10:00	39	14:00	140	18:00	36	22:00	88
02:30	28	06:30	27	10:30	35	14:30	133	18:30	36	22:30	48
03:00	48	07:00	26	11:00	33	15:00	36	19:00	44	23:00	47
03:30	29	07:30	34	11:30	46	15:30	46	19:30	40	23:30	42
04:00	42	08:00	35	12:00	35	16:00	46	20:00	47	24:00	29

У току дана дошло два пута до отказа елемента електрофилтера, што је проузроковало емисију штетних материја у атмосферу изнад дозвољених вредности и то:

1. Узрок повећане емисије је услед отказа пужног транспорта за пепео због отказа клизног лежаја на пужном транспортеру услед похабаности. На лежају (који су термички обрађени и цементиран), дошло је до оштећења (хабања) најпре цементираног слоја, чиме се смањује попречни пресек и помера се оса сегмента пужа и у критичном тренутку када је похабаност лежаја достигла максимално могућу величину настао је отказ рада пужног транспортера. На завршном делу пужног транспортера налази се сензор-давач броја обртаја у циљу функционалне дијагностике, који прослеђује информацију на командном панелу о броју обртаја тј. да није у функцији. Отказ пужног транспортера условило је испад високог напона у другој зони треће секције електрофилтера 1, а самим тим и комплетно отресање у трећој секцији електрофилтера 1. Због искључења треће секције део прашине излазио је кроз димњак што је имало за последицу повећану емисију у атмосферу. Уколико се у кратком временском периоду не изврши поправка пужног транспорта

(максимално 2h), дошло би до таложења прашине у трећој секцији што би онемогућило уклучење исте.

Дијагностички параметри у циљу повећања поузданости за оцену стања клизних лежајева су:

- визуални преглед лежаја,
- термичко стање лежајева,
- стање средства за подмазивање,
- осцилаторско понашање транспортера,
- бука која се генерише при раду транспортера.

2. У другом случају дошло је до загушења прашине у левковима у I секцији услед лоше заптивености. Транспорт пепела са I и II секције врши се хидрауличким путем, класичном изведбом чајника. У бункеру за прашину изнад левкова, постоје сензори нивоа таложне прашине који искључују одређене зоне у случају повећања нивоа, и сигнализирају на контролном панелу. Лоша заптивеност је настала због хабања на делу левка.

У циљу повећања поузданости обавезна је контрола у току рада и редовно вршити превентивне прегледе.

7.3 Превентивни прегледи и контрола

Превентивни прегледи електрофилтера обављају се када електрофилтер није у раду:

- а) верификује се чврстина кућишта, плафона и левка.
- б) испитује се степен кородираности кућишта, плафона, левка и сепараторских зидова
- ц) ако је могуће, уклањају се кородирана места
- д) испитује се чврстина термоизолације
- е) сепараторски зидови улазног профила чисте се од накупљених смеша.

Испитује се транспортна опрема за уклањање одвојених смеша, чисте се насlage и проверава се усисавање додатног ваздуха.

Унутар електрофилтера се контролишу следећи функционални делови:

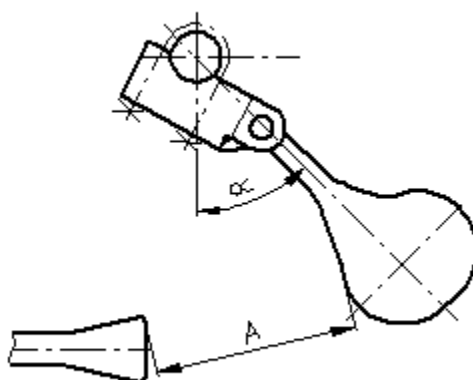
а) обешеност, пљоснатост и размакнутост колекторских електрода, њихово причвршћивање у отресајућим гредама и чистоћа заштитне плоче, да би се осигурала минимална апсорпција интензитета удараца чекића.

б) обешеност у попречном оквиру и размакнутост емисионих електрода. Размакнутост емисионих електрода је 500mm. Међутим, неопходно је лоцирати емисионе електроде-ВНЕ увек у средини две суседне таложне електроде-УСЕ са толеранцијом од $\pm 5\text{mm}$ (мерено у тачки причвршћивања високонапонског-ВН оквира).

ц) у случају да је оквир непоравњен, размакнутост ће бити подешена усмеравањем обешености или даљинским стременима. Ако је издужење равно, читав попречни рам се мора проверити и подесити матицама и висећим цевима. Ове цеви морају бити вертикалне и морају висити у средини заштитних цеви.

Све емисионе електроде се надзиру и уклањају ако су оштећене или сломљене.

У случају да се на електродама таложи превише честица прашине, виши замах чекића се подешава кроз обешеност испод ланца (уз помоћ изолатора од фибера отресајуће опреме), односно кроз напојник изнад изолатора отресајуће опреме (порцелан) на горњој позицији преливне ручке. Контролна величина замаха чекића служи за подешавање замаха чекића приказано на слици 10 и табели 12.



Слика 10: Мерење контролне димензије ударних чекића емисионих електрода-ВНЕ

Табела 12: Контролне величине замаха чекића код отресања

Замах клизне шипке	Замах чекића α	Контролна величина A
50 mm	30°	135 mm
75 mm	45°	205 mm
100 mm	60°	265 mm

Хабање делова и замена истих

Током одржавања и надзора електрофилтера, неопходно је обратити посебну пажњу на делове изложене великом хабању. Реални степен хабања треба се надгледати редовно, да би се утврдило колико брзо се хабање дешава и која величина ће се достићи пре следећег надзора. Време хабања се не може уопштено навести и одредити, зато што се доста разликује у зависности од врсте операције, физичких одлика чврстих смеша у прочишћеном ваздуху и од величине ЕФ. Такође зависи од одржавања елемената који су изложени хабању.

Приликом превентивних прегледа степен похабаности континуално се прати визуалним прегледом и мерењем контролних величина. Када се утврди да је дошло до похабаности неког дела или елемента приступа се замени како неби дошло до отказа рада електрофилтерског постројења или дела постројења.

8. УЗРОЦИ ОТКАЗА ЕЛЕКТРОФИЛТЕРСКОГ ПОСТРОЈЕЊА

Отказ неког елемента електрофилтера условљава делимичну или потпуну обуставу рада. Последица делимичне обуставе рада, која се најчешће догађа је повећање емисије штетних материја у ваздуху и тада долази до прекида рада поједине зоне електрофилтера, док престанак рада електрофилтера условљава и прекид рада термоенергетског постројења.

Најчешћи узрок отказа рада је услед грешке:

- а) напајања,
- б) система за отресање,
- ц) система за уклањање прашине.

8.1 Одржавање компоненти за отресање

Током одржавања и надзора елемената за отресање електрофилтера, неопходно је обратити посебну пажњу на делове изложене великом хабању. Потребно је редовно пратити опсег стварне утрошености, да би се установило којом брзином се хабање појављује, на којим деловима и утврди њихова поузданост, тј који елемент ће достићи критичну вредност услед хабања, због чега ће доћи до отказа дела система или целог система. Време хабања се не може уопштено одредити, зато што се доста разликује у зависности од врсте операције, физичких

одлика чврстих смеша у пречишћеном ваздуху, а такође зависи од квалитета одржавања и надзора.

Делови који су изложени хабању:

- Водеће чауре у цеви за вешање ВН система изнад потпорног изолатора (приказано на слици 13), осигуране су холендер наврткама. Чауре преносе водоравне делове оптерећења од ударне шипке приликом отресања која је последица окретања препадне полуге, која је причвршћена на осовину погонске јединице. Водећа чаура се неједнако хаба и цилиндрични отвор постаје овалан. Чаура се мора заменити ако је дебљина зида само 4mm.

- Чауре су од самоподмазујућег материјала су натиснуте:

- а) на делу за вешање ламинантног изолатора ударног механизма за отресање
- оригинална дебљина изолатора 5 mm.

- б) на делу за вешање порцеланског изолатора- оригинална дебљина изолатора 2 mm.

- ц) у препадној полузи - оригинална дебљина изолатора 7,5mm

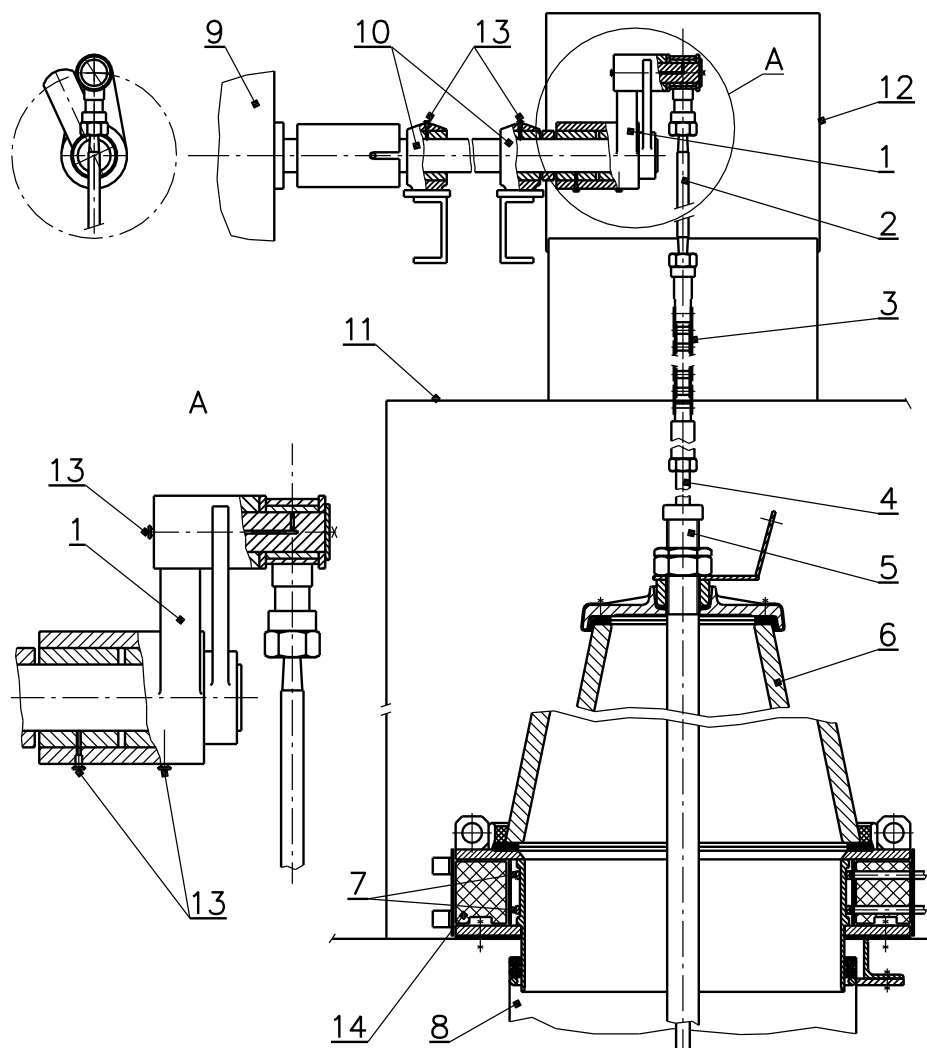
- д) у носећим телима лежаја за постављање осовине погонске јединице емисионог (високонапонског) отресајућег механизма ВНЕ - оригинална дебљина изолатора 7,5 mm.

Ако се дебљина зида чауре смањила на половину дебљине, чаура се мора заменити. Морају се утиснути нове чауре.

- Лежај емисионе отресајуће (ударне) осовине (слика12). Отресајућа (ударна) осовина са чекићима је постављена у неколико одвојених лежаја израђених од ливеног гвожђа, причвршћена за попречни оквир.

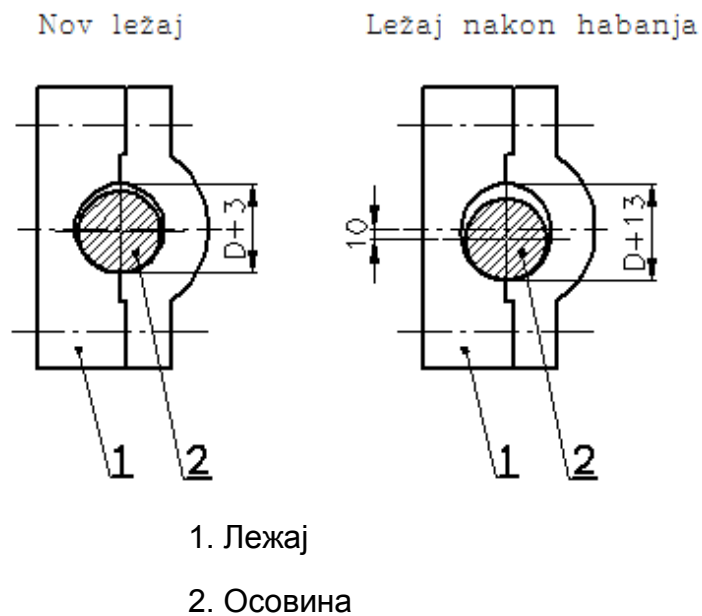
- Лежај отресајуће таложне осовине састоји се од ламела са пред-изваљаним обликом вратила. На ламелама лежаја се окреће осовина која на себи има чауре постављене у једнаким размацима. Приликом утршености ламела лежаја и разделне чауре, ламеле се морају окренути за 180^0 , и ако је неопходно заменити чауре.

- Ударни чекић механизма за отресање таложних електрода-УСЕ и емисионих електрода-ВНЕ (слика 11), има осцилаторски носач од два изолатора на обртачу, који је удубљен у средини и утиснут у пужну ушицу. Критично хабање јесте збир утршености чепа и чекића, који не сме да пређе 4 mm (слика 14). Чим се достигне ова вредност, чекић се мора заменити.

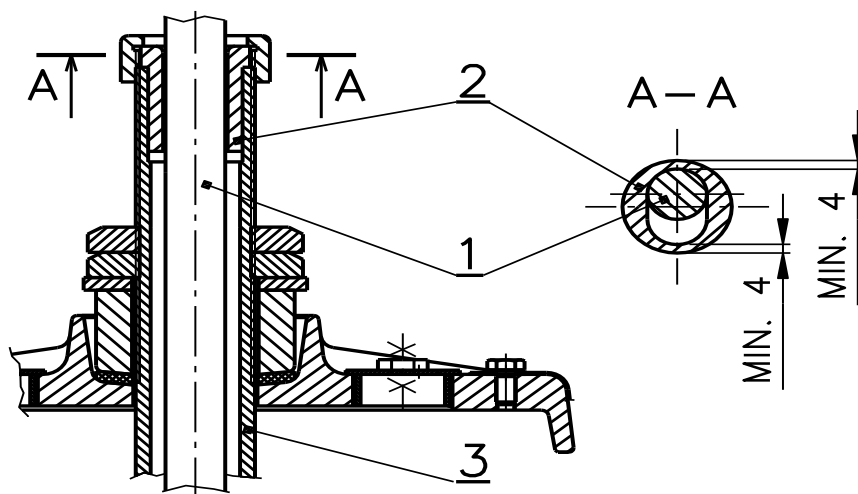


Слика 11: Погонска јединица са ударним механизмом емисионе електроде-ВНЕ

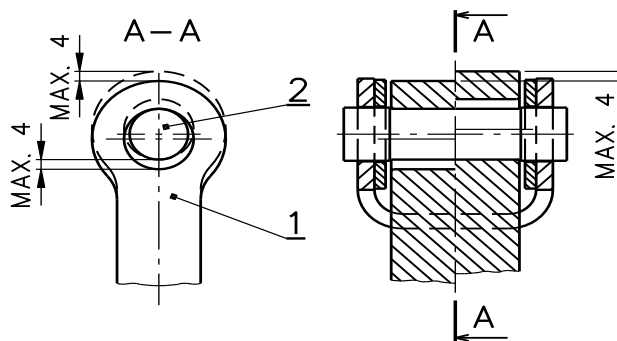
- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Препадна полуга са чаурама | 8. Заштитна цев |
| 2. Изолатор ударног уређаја | 9. Електромотор са редуктором и спојка |
| 3. Ваљкасти једноредни ланац | 10. Лежајеви са чаурама |
| 4. Шипка | 11. Кровни носач |
| 5. Цев за вешање са чауром | 12. Покров погонске јединице |
| 6. Носиви изолатор | 13. Места за подмазивање |
| 7. Грејно тело | 14. Изолација уз коришћење изолатора од стакленог ламината |



Слика 12: Утрошеност лежаја и осовине ударног механизма емисионих електрода - ВНЕ



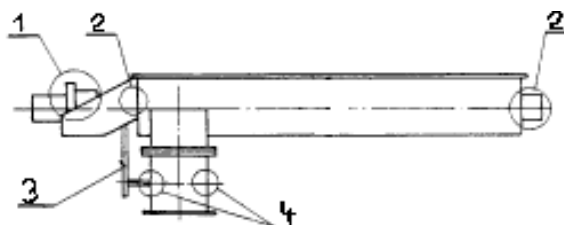
Слика 13: Утрошеност водеће чауре ударног механизма емисионих електрода-ВНЕ на цеви за вешање високонапонског-ВН система



Слика 14: Утрошеност чекића и чепа ударног механизма толожних електрода-УСЕ и емисионих електрода-ВНЕ

8.2 Оджавање пужног транспортера

Пужни транспортер служи за одвођење сакупљене прашине отресањем из треће и четврте зоне до левкова (чајника). Пужни транспортер (слика 15), конструисан је са ротациоим додавачем, са унутрашњим клизним лежајевима, са излазом са стране погона.



Слика 15: Пужни транспортер

1. Кућиште редуктора, електромотор
2. Кућиште лежаја
3. Ланац, зупчаник ланца и затезне котуре
4. Лежајеви ротационог додавача

Одржавање транспортера се мора изводити пажљиво према радним прописима. Потребно је водити писмене белешке о покретању, подмазивању, прегледима, ревизијама, оправкама, изменама делова и радним сатовима транспортера у “Књижици о раду и сервисирању”.

Током рада транспортера неопходно је подмазивати места за подмазивање (лежајеве, заптиваче). Интервал допуњавања уља у редуктор се изводи према потреби која се утврђује према ознаци уља. Подмазивање лежајева електричних редуктора се изводи према инструкцијама произвођача.

Превентивни прегледи обухватају:

- контролу свих места за подмазивање и допуну мазива,
- контролу утрошености пужа и жлеба укључујући и унутрашње разделне лежајеве,
- контролу чврстоће спојева,
- контролу површинске обраде.

Табела 13: Отказ елемената редуктора пужног транспортера

Отказ елемента	Узрок отказа	Елиминисање отказа
Промена звука код хода	а) оштећење лежајева б) неправилно озубљење ц) опиљци метала у уљу	а) замена лежаја б) ремонт редуктора ц) заменити уље
Цури уље - код поклопца редуктора - око прирубнице мотора - код заптивног прстена осовине мотора - коло прирубнице редуктора - око излазног заптивног прстена осовине	а) лоше гумено заптивање на поклопцу редуктора б) лоше заптивање ц) редуктор није озрачен	а) притезање вијака на поклопцу редуктора б) ремонт редуктора ц) озрачити редуктор
Цури уље код вентила за озрачивање	Превисок ниво уља	Преконтролисати количину уља
Излазна осовина не окреће се	Прекид везе између главне и осовине у редуктору	Ремонт редуктора

Табела 14: Отказ елемената пужног транспортера

Отказ елемента	Узрок отказа	Елиминисање отказа
Ротор се тешко окреће	- Лежајеви нису подмазани - Нагомилана прашина - Прекомерно притегнуте бртве	- Лежајеве очистити и подмазати - Уклонити прашину - Бртве ослободити
Смањења допремна снага	- Залепљена прашина на ротор - Утрошеност ротора или кућишта	- Ротор очистити - Заменити утрошене делове
Ротор се не окреће	- Лом осовине	- Заменити осовину
Пужни транспортер се не празни	- Прекид рада погона - Супротан смер кретања пужа - Ротор се залепио влажном прашином	- Преконтролисати пужни транспортер - Контрола прикључења електромотора - Утврдити узрок влажења прашине. Сабирни механизам очистити

8.3 Мере за унапређење и побољшање процеса одржавања

Експлоатација техничких система у првом реду подразумева остварење пројектоване функције циља. Поремећај при остваривању функције циља доводи и до промене неких параметара који могу значајно да утичу на животну средину. Основни параметар који карактерише методе одржавања производне опреме је информација о техничком стању и о поузданости опреме. Изабрани дијагностички параметри могу да се користе и за контролу утицаја техничких система на окружење.

Сагледавајући процес одржавања који се спроводи, с обзиром на значај рада електрофолтера посенно са аспекта заштите животне средине, у циљу унапређења процеса одржавања потребно је квалитетније и ажурније пратити процес одржавања, на тај начин што ће се све активности одржавања ажурирати на једном месту, на основу којих ће се извршити анализа стања техничког система. Такође, потребно је увођење карте застоја помоћу које се добија временска слика стања

постројења која треба да представи понашање система у посматраном временском периоду.

Временска карта застоја треба да садржи и податке о дужини трајања административног и логистичког времена. На тај начин утврдило би се однос између времена утрошеног за активно време одржавања и времена одржавања утрошеног на чекање на оправку (логистичко и административно).

Горе наведено допринело би оптимизацији система одржавања јер:

- Пружа могућности да се технички систем посматра као целина, као ентитет, и омогућава дефинисање утицаја свих променљивих параметара на процес одржавања.
- Омогућава упоређење више могућих варијанти у систему одржавања.
- Олакшава откривање веза између појединих утицајних параметара које нису раније запажене или које се не могу искуственим методама.
- Указује на податке које треба обезбедити да би се спровеле потребне акције или анализе.
- Олакшава предвиђања будућих стања или догађаја, уз процене ризика на технички систем.

9. ЕМИСИЈА ЧВРСТИХ ЧЕСТИЦА ТЕРМОЕНЕРГЕТСКИХ ПОСТРОЈЕЊА

Емисија штетних честица термоенергетских постројења при сагоревању нискокалоричног угља – лигнита у којима није извршена реконструкција електрофилтера је значајна имајућу у виду његове карактеристике, снагу постројења и укупну емисију чврстих честица која знатно премашује дозвољене граничне вредности како Републике Србије тако и Европске Уније. У наредном периоду неопходно је усаглашавање емисија са законском регулативом, с обзиром да је допринос наших термоенергетских постројења у укупној емисији чврстих честица у Србији доминантан. Коцентрација штетних материја у димном гасу знатно премашују дозвољене граничне вредности емисије у објектима у којима није извршена реконструкција електрофилтера. У приказаној табели 15, дате су концентрације емитованих штетних материја из димњака термоенергетских постројења Републике Србије који сагорева лигнит и емитована количина за годину дана, при раду свих блокова од 6 000 сати.

На основу захтева Европске Уније гранична вредност емисије чврстих честица за постојећа постројена је 50 mg/m^3 .

Табела 15: Количина емитованих штетних материја

Параметри	коцентрација (mg/ m^3)	Количине (t / god)
Честице	70÷2 500	74 445
SO ₂	1 200÷ 7 000	344 380
NO _x	Блокови изнад 350 MW >450	49 300

Потпуно смањење емисије чврстих честица у ваздуху може се постићи реконструкцијом свих електрофилтера у термоелектранама.

На основу приказа у табели 16, Емисија чврстих честица из термоиндустријских постројења Србије може се сагледати емисија чврстих честица из термоенергетских постројења у нашој земљи и може се закључити да је допринос различит зависно од квалитета горива које сагорева, као и од снаге блокова и дали је извршена реконструкција електрофилтера.

Табела 16: Емисија чврстих честица из термоиндустријских постројења Србије

	БЛОК	ИНСТАЛИСАНА СНАГА MW	Година пуштања у рад	Емисија по блоку mg/m ³	Додринос укупној емисији >50
ТЕ "НИКОЛА ТЕСЛА" А					
	A1	210	1970	50	
	A2	210	1970	50	
Σ	A1-A2	420			
	A3	308,5	1976	50÷200	X
	A4	305	1978	50÷200	X
	A5	305	1979	50	
	A6	305	1979	60÷200	X
Σ	A3÷A6	1223			
ТЕ "НИКОЛА ТЕСЛА" Б					
	B1	620	1983	<50	
	B2	620	1985	<50	
Σ	B1÷B2	1240		<100	
ТЕ "КОЛУБАРА" А					
	A1,A2,A4	3X32	1956-1961		X
	A3	65	1957		
	A5	110	1979	50	
Σ	A1÷A5	270			
ТЕ "МОРАВА"					
	A	110	1969	1100÷2000	X
Σ	A	110		1100÷2000	
ТЕ "КОСТОЛАЦ" А					
	A1	110	1966	do 50	
	A2	210	1980	do 50	
Σ	A1÷A2	320		<100	
ТЕ "КОСТОЛАЦ" Б					
	B1	348,5	1987	70÷400	X
	B2	348,5	1991	70÷400	X
Σ	B1÷B2	697		140÷800	

10. ЗАКЉУЧАК

Сваки технолошки процес као и енергетски процеси морају имати техничко-технолошке мере за смањење емисије загађења у атмосферу. Свакако да додатна техничка средства поскупљују производне циклусе који генеришу загађиваче, али са друге стране јавља се императивна потреба за смањење локалног и регионалног загађења као и изражених глобалних промена као што су „ефекат стаклене баште“ и „киселе кише“.

Повећањем поузданости инсталисане опреме након периода од деценије недовољног одржавања приоритетна је активност последњих година. Капиталним ремонтима блокова – посебно електрофилтерских постројења, ремонтом и надоградњом инсталација на депонији пепела постиже се значајно смањење емисије.

Применом организационих мера и спровођење прописаних процедура у организацији процеса производње и одржавања, као и применом техничко-технолошких мера обезбеђује се стабилно функционисање свих постројења у систему термоелектране. Увођењем аутоматског система управљања радом електрофилтерског постројења обезбеђује се благовремена идентификација поремећаја у технолошком процесу који могу довести до отказа, чиме је значај одржавања добио посебну улогу, јер мора да обезбеди потребан ниво поузданости електрофилтера, а тиме и потребно време рада, чиме ће се минимизирати укупни трошкови производног процеса.

Мере које се предузимају на плану заштите околине, као и ниво активности у циљу повећања енергетске и економске ефикасности сагоревања горива, рационалног искоришћења ослобођене топлоте, морају бити праћене мерењем емисије полутаната, пре свега анализе гасова.

Имајући у виду чињеницу да се емисија штетних материја у атмосферу прати континуално, одржавање има кључну улогу у постизању постављених норми и стандарда. Превентивно и корективно одржавање електрофилтерског постројења значајно утиче на могућност прекорачења дозвољених емисија чврстих честица у околну атмосферу и могуће узроке непланираног прекида блока рада. Правилним превентивним одржавањем омогућује се управљањем техничким стањем електрофилтерског постројења са циљем повећања поузданости.

Успостављање система за контролу и мониторинг емисије и имисије у ваздуху један је од најзначајнијих фактора еколошке модернизације. Континуална мерења раније нису постојала, тако да сви подаци о емисији из прошлог периода производ су само периодичних мерења и као такви се могу сматрати само информативним. Мерење димних гасова врши се континуирано од 2006-те године после реконструкције постојећег електрофилтера. Мерењем су обухваћени следећи гасови: CO, CO₂, NO_x, као и емисија честица у димном гасу.

Циљ је да у Електропривреди сва термоенергетска постројења буду опремљена инструментима за мерење емисија загађујућих материја и на тај начин почеће примена мониторинга ваздуха. Увођење интегралног система за континуално праћење утицаја термоенергетских постројења у којима сагорева угаљ на квалитет ваздуха, што је постигнуто у ТЕ "Костолац А" је од пресудног значаја за предузимање мера за заштиту околине и примене техничких прописа и стандарда.

11. ЛИТЕРАТУРА

[1]. Direktiva 2001/80/EC of the european parliament and of the countil on the limitation of emissions of certain pollutants in to the air from large combusti on plants, Official Journal o fthe European Communities, L 309/1.

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

[3]. Основи одржавања, Скрипта, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2014

[4]. Небојша Ђеран: Предлог програма еколошке модернизације термоелектрана: ЈП ТЕ „НиколаТесла“

[5]. Емисија чврстих честица из термоелектрана Србије и Црне Горе у светлу Директиве 88/80/ЕЦ Европске заједнице-ЕЛЕКТРА II Тара 2002 године

[6]. Новица Грујић: Развој метода дијагностицирања стања радне исправности техничких система: Виша техничка школа, Пожаревац 1998.

[7]. ЗВЗВ а.с. Милевско: Машинско-технолошки пројекат Електрофилтера блок А1 ТЕ Костолац,

[8]. Технички прописи за руковање и одржавање електрофилтерског постројења Костолац А2.

[9]. Политика заштите животне средине ПД « ТЕ КОСТОЛАЦ »

[10]. Енергопројект-ЕНТЕЛ: Правци оптималног смањења чврстих честица из термоелектрана Електропривреде Србије, Београд 2006.

[11]. Живослав Адамовић: Планирање и управљање одржавањем помоћу рачунара

[12]. Милан Павловић: Екологија и ресурси , Универзитет у Новом Саду, 2002.

[13]. Грујић Новица: Организација рада и производње, ВТШСС Пожаревац