

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2019

АНАЛИЗ И РЕАЛИЗАЦИИ НА МЕРКИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА СЯРОЧИСТВАЩИ ИНСТАЛАЦИИ НА БЛОКОВЕ ОТ 1 ДО 4 В „ТЕЦ МАРИЦА ИЗТОК 2“ ЕАД

Светослав Динев, Николай Дочев, Станимир Мазников, Пламен Петков

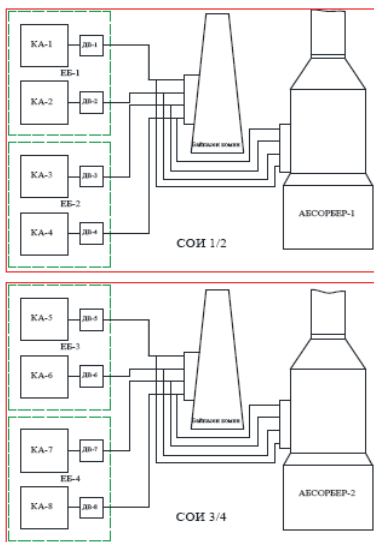
ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF ACTIONS FOR INCREASING THE EFFECTIVENESS OF DESULPHURISATION UNITS 1-4 OF TPP MARITSA EAST 2

Svetoslav Dinev, Nikolay Dochev, Stanimir Maznikov, Plamen Petkov

The new more stringent requirements on SO₂ emissions that TPP Maritsa east 2 will have to meet after 2021 require the search and implementation of actions for increasing the effectiveness of desulphurisation units. The present work analyses the current state and possibilities of the absorbers in Unit Desulphurisation units 1-4, with suggesting specific actions to be taken. Experimental research has been conducted with trying new nozzles and installing a reflecting ring. The obtained results prove that the new nozzles don't wear out the wall of the absorber, and that the reflecting ring increases the percentage of desulphurisation at the same time decreasing the usage of limestone and the value of pH.

1. Въведение

В „ТЕЦ Марица изток 2“ ЕАД енергийни блокове (ЕБ) от 1 до 4 работят със сяроочистващи инсталации (СОИ), като блокове 1 и 2 работят със СОИ 1/2, а блокове 3 и 4 работят със СОИ 3/4. Процесът на сяроочистване на димните газове, който се прилага, е мокър варовиково-гипсов процес с интензифицирано окисляване. Този процес преди всичко отстранява серния двуокис (SO₂), както и хлороводорода (HCl) и флуороводорода (HF) от димния газ и го превръща в гипс (CaSO₄/2H₂O), калциев хлорид (CaCl₂) или съответно в калциев флуорид (CaF₂). Реакциите протичат в абсорбери. СОИ 1/2 работи с абсорбер 1, а СОИ 3/4 - с абсорбер 2. Двата абсорбера са идентични, като основната разлика е положението на входа на суровите димни газове.



Фигура 1. Схема на димните газове и абсорберите в СОИ 1-4

Падащите капчици суспензия и димен газ се движат като насрещни потоци, причиняващи интензивно смесване. В резултат на това газовете SO_2 , HCl и HF се абсорбират от водата (също така и летливата пепелина се абсорбира до известна степен, която обаче не участва по-нататък в химичните реакции). В следващия етап варовикът и кислородът реагират с разтворените газове до получаване на гипс, калциев хлорид или калциев флуорид.

Контролната променлива е стойността на рН в абсорбера. Химичните реакции зависят от рН-стойността. Предпочитаната рН-стойност е приблизително 4,5 – 5,5. При недостиг на варовик реакцията не може да протече и рН-стойността намалява. В случай на излишък на варовик рН-стойността се увеличава и се получава калциев сулфит вместо калциев сулфат (гипс). Калциевият сулфит е нежелан, защото може бързо да се наслои по вътрешността на абсорберите, тръбите и другите повърхности.

Сяроочистващите инсталации в цех СОИ 1-4 са проектирани да работят със степен на сяроочистване минимум 94%, при вход на $\text{SO}_2=20000\text{mg}/\text{Nm}^3$. При тези условия в абсорберите нормално се поддържа рН в диапазона 4,5 до 5,5.

Абсорберите в цех СОИ 1-4 представляват стоманена цилиндрично-конусна конструкция, която отвътре е с антикорозионно, антиабразивно и киселиноустойчиво покритие, състоящо се основно от винилестерна смола и стъклоvlakно.

Димният газ, идващ от котела, влиза в абсорбера над нивото течност. Утайникът на абсорбера се пълни със суспензия, състояща се предимно от вода и гипс (продукта от реакцията), както и варовик (CaCO_3).

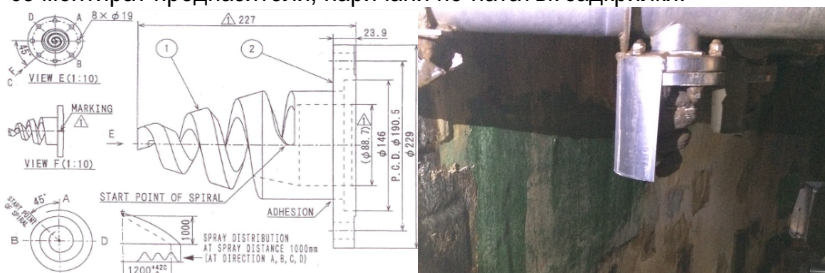
Суспензията се изпомпва към горната част на абсорбера (посредством рециркуляционни помпи за суспензия) и се разпръсква в абсорбера чрез система от дюзи.

В момента в СОИ 1-4 се работи със степен на съроочистване минимум 96%. При тези условия и при работа на максимален товар на енергийните блокове в абсорберите стойността на рН се повишава и е в диапазона 5,5 до 6,5. Това води до повече разходи за варовик и образуване на повече сулфитни отложения в инсталациите.

Към „ТЕЦ Марица изток 2“ ЕАД са поставени изисквания след 2021г. съроочистващите инсталации в цех СОИ 1-4 да работят със степен на съроочистване минимум 97% [1]. За да бъде изпълнено това изискване при максимални стойности на рН до 5,5, е необходимо да се търсят, анализират и реализират мерки за повишаване ефективността на инсталациите, изразяваща се в повишаване степента на съроочистване, намаляване на разходите за варовик и работа с рН в оптимални граници.

2. Анализ на моментното състояние и възможности на абсорберите. Цел и задачи на настоящата работа.

След въвеждане в експлоатация на СОИ 1-4 (СОИ 1/2 през 2008г. и СОИ 3/4 през 2009г.) един от основните проблеми, които се появяват на първо време, са многобройните пробиви по стените на абсорберите в зоната на дюзовите нива. Причината за това са дюзите по периферията на дюзовите нива. Това са аксиални дюзи тип „кух конус“, реализиращи по време на работа струя, наподобяваща конусна спирала, с флуид варовиково-гипсова суспензия с абразивен и киселинен характер (фиг.2). Абразивният характер на флуида и наситената струя в една и съща зона разрушават антиабразивното и антикорозионно покритие по стената, след това и метала в тази зона, и се получават пробиви. Това налага да се вземе решение от страната на периферните дюзи към стената да се монтират предпазители, наречани по-нататък задкрилки.



Фигура 2. Тип на дюзите по дюзовите нива и монтирани задкрилки към тях

След монтажа на задкрилките по периферните дюзи пробивите по стените на абсорберите в тези зони намаляват, но се влошава работата на абсорберите. За постигане на необходимата степен на сяроочистване се работи с по-високи стойности на рН и по-голям разход на варовик. Причината за това е, че в зоните между задкрилките и стената на абсорберите остава пространство, което не се облива с гипсоваровикова суспензия и част от димните газове, преминаващи от там, не могат да осъществят контакт със суспензията.

Целта на настоящата работа е да се намерят и реализират мерки водещи до осъществяване на контакт на тази част от димните газове, която минава покрай стените на абсорберите, с варовиково-гипсовата суспензия.

За постигане на целта са поставени за решаване следните задачи:

- проектиране, изработване и монтаж на дюзи по периферията на дюзовите нива, които да не разрушават стената на абсорберите в тези зони;
- проектиране, изработване и монтаж на отражателен пръстен, насочващ димните газове към центъра на абсорбера;

3. Проектиране, изработване и експериментален монтаж на дюзи по периферията на дюзовите нива

В съвременните си разработки водещите компании в областта на изследване, проектиране и прозводство на дюзи за дюзови нива за абсорбери предлагат дюзи тип „плътен конус“, подходящи за монтаж по периферията на нивата [2]. Характерно за този тип дюзи е, че струята се разпределя по няколко образуващи на конуса, а не само по една, както е при дюзите тип „кух конус“. По този начин ударите на суспензията със стената са по-слаби и с по-малка наситеност на абразивни частици. Това предпазва стената на абсорерите от износване и в същото време осигурява контакт на димните газове в тези зони с варовиково-гипсовата суспензия.

След извършване на проучване беше направено запитване към една от водещите световни компании за изследване, проектиране и изработване на дюзи за дюзови нива - Lechler, Германия. Те проектираха и разработиха специално за абсорбери 1 и 2 в цех СОИ 1-4 на „ТЕЦ Марица изток 2“ ЕАД аксиална дюза тип „плътен конус“, отговаряща на поставените технически изисквания [фиг.3].



**Фигура 3. Аксиална дюза тип „плътен конус“
разработка на Lechler, Германия**

След доставка на дюзите по време на средния ремонт на абсорбер 1 (03.2018г.) експериментално бяха монтирани 6 броя дюзи. Четири от тях - последователно в един участък по периферията на трето дюзово ниво и две от тях - на първо дюзово ниво върху двата края на козирката на фукса на абсорбера (фиг.4). Местата са избрани в резултат на опита от експлоатацията и ремонтите на абсорбера в предишните години като зони, в които е имало най-много пробиви по стената.

След експерименталния монтаж на дюзите, абсорбер 1 е включен в работа и за период от единадесет месеца е работил непрекъснато около десет месеца и половина. В този период нито веднъж в експерименталните зони не е имало пробив по стената. Още повече след направения оглед и отвътре (02.2019г.) не се наблюдава износване на цялостта на покритието по стената. Това означава, че експериментът е успешен и изпробваните дюзи са подходящи за работа по периферията на дюзовите нива.



Фигура 4. Експериментален монтаж на аксиални дюзи тип „плътен конус“ в участък по периферията на трето дюзово ниво и на първо дюзово ниво над двата ръба на козирката на фукса на абсорбер 1

4. Проектиране, изработване и монтаж на отражателен пръстен, насочващ димните газове към центъра на абсорбера

4.1. Общи сведения

Освен дюзите тип „плътен конус“ по периферията на дюзовите ни- ва, друга мярка, която се предприема в световен мащаб при изгражда- не или реконстриуране на сярочистващи инсталации, е изграждането на отражателни пръстени, които имат две основни предназначения:

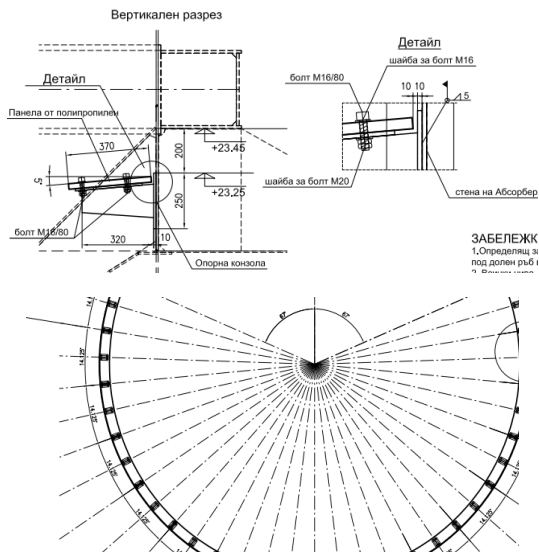
- да насочат димните газове към центъра на абсорбера и по този начин възпрепятстват преминаването на газовете в близост до стената на абсорбера;
- да насочат суспензията, която се стича по стените на аб- сорбера в посока центъра му.

Тези предназначения на отражателните пръстени и опита от изпол- зването им дадоха основателна причина да се проектира, изработи и монтира експериментално отражателен пръстен на един от абсорбери- те в цех СОИ 1-4. Понеже експерименталните изследвания с дюзите „плътен конус“ бяха заложени в абсорбер 1, се стигна до решение експериментът с отражателния пръстен да се реализира в абсорбер 2.

4.2. Проектиране, изработване и монтаж на отражателен пръстен в абсорбер 2

На база утвърден работен проект на технически съвет в „ТЕЦ Марица изток 2“ ЕАД (Протокол №43/29.05.2018г.), е изработен и монтиран отра- жателен пръстен в абсорбер 2 на кота 23 (около 2,5м под първо дюзово ниво) на нивото на козирката на фукса [3]. Пръстенът представлява полипропиленови дъги с ширина 370mm и дебелина 25mm, установени върху опори от стомана 316l, заварени за стената на абсорбера (фиг.5). Връзката на дъгите и опорите е изпълнена с болтове М16х80 от стомана 316l.

Изработването и монтажа преминаха през следните основни етапи: изработване на опорите и дъгите; определяне на положението на опорите върху стената на абсорбера; монтаж на опорите чрез заваряване по стената на абсорбера; подготовка на заваръчните шевове за нанасяне на антикорозионно и антиабразивно покритие; монтаж на полипропиленовите дъги. На първите две междуопория непосредствено до двата края на козирката на фукса са монтирани съответно две дъги от стомана 316l, поради това, че в тази зона температурата е по-висока и не е удачно дъгите да са от полипропилен.



ЗАБЕЛЕЖК
 1. Определяща за под долния ръб

Фигура 5. Изгледи от сборния чертеж на отражателния пръстен



Фигура 6. Изработване и монтаж на отражателен пръстен в абсорбер 2

4.3. Анализ на получените резултати и оценка на ефективността от отражателния пръстен

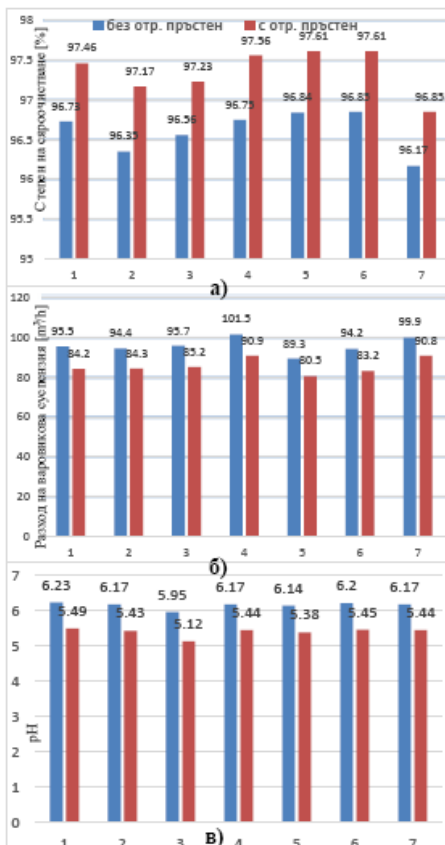
Оценката на ефективността от отражателния пръстен е извършена с анализ и сравняване на данни преди и след монтажа. Това е извършено в следната последователност:

4.3.1. Набавяне на данни за изследваните параметри

За оценка ефективността от отражателния пръстен, изразяваща се в повишаване на степента на сярочистване, намаляване на разходите за варовик и работа с рН в оптимални граници, е необходимо да се набавят данни за следните параметри, дадени в таблица 1.

Таблица 1. Параметри използвани за оценка ефективността от отражателния пръстен

Параметър	Серен диоксид на вход в абсорбера SO ₂ вход	Товар на енергийните блокове	Степен на сяроочистване	Разход на варовикова суспензия	pH	Разход димен газ
Дименсия	[mg/Nm ³]	[MW]	[%]	[m ³ /h]	[-]	[Nm ³ /h]



Фигура 7. Оценка ефективността от отражателния пръстен: а) степен на сяроочистване; б) разход на варовикова суспензия; в) pH

Данните за тези параметри се записват и съхраняват постоянно на сървъри, като автоматично се изготвят часови, дневни и месечни rapopти. В настоящата работа са използвани осреднените стойности от rapopтите за едно денонощие, съдържащи средночасовите данни за всеки един параметър за всеки един час от денонощието. Извадени са данни на тези параметри за 70 денонощия преди и 70 след монтажа на отражателния пръстен. През всички тези дни, за които са извадени тези данни, абсорбер 2 е работил със 6 броя рециркуляционни помпи, два броя компресори за окисляващ въздух и са били присъединени четири котлоагрегата (КА-5, 6, 7 и 8).

4.3.2. Оценка на ефективността

Оценката е извършена по трите основни показателя: степен на сяроочистване, разход на варовикова суспензия и pH. Всеки показател е оценен по средна стойност от 7 точки, представляващи разлика между стойността на параметъра преди и

след пръстена ($\Delta_{i=1+7}$).

За оценка степента на сяроочистване са съпоставени данните преди и след монтажа на пръстена, при които всички средноденонощни стойности на параметрите (табл.1), освен степента на сяроочистване, са били с много близки стойности (прието е отклонението от стойностите да не надхвърля 3%), като по този начин е оценена разликата в степента на сяроочистване (фиг.7а).

За оценка разхода на варовикова суспензия са съпоставени данните преди и след монтажа на пръстена, при които всички средноденонощни стойности на параметрите (табл.1), освен разхода на варовикова суспензия, са били с много близки стойности, като по този начин е оценена разликата в разхода на варовикова суспензия (фиг.7б).

За оценка разхода на рН са съпоставени данните преди и след монтажа на пръстена, при които всички средноденонощни стойности на параметрите (табл.1), освен рН и разхода на варовикова суспензия, са били с много близки стойности, като по този начин е оценена разликата в рН (фиг.7в).

Получените средни стойности на разликите за отделните показатели (Δ_{cp}) показват ефективността от монтажа на отражателния пръстен в абсорбер 2 (табл.2).

Таблица 2. Числени стойности на ефективността от отражателния пръстен

	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	Δ_5	Δ_6	Δ_7	Δ_{cp}
Степен на сяроочистване [%]	0,73	0,82	0,67	0,81	0,77	0,76	0,68	0,75
Разход варовикова суспензия [m^3/h]	11,3	11,1	10,5	10,6	9,4	11,0	9,1	10,43
рН	0,74	0,84	0,83	0,63	0,76	0,75	0,73	0,75

4. Заключение

В резултат на направените експериментални изследвания могат да се направят следните изводи и заключения:

- визуално е установено, че струята от аксиалните дюзи тип „плътен конус“, разработка на Lechler, контактува със стената на абсорбера, като е доказано, че за период от около 10,5 месеца не износва и не нарушава покритието и стената на абсорбера. Това означава, че може да се монтират такъв тип дюзи по периферията на дюзовите ниша, след което да се изследва и определи ефективността от тях.

- монтираният в абсорбер 2 отражателен пръстен повишава степента на сяроочистване с 0,75%, намалява разхода на варовикова суспензия

пензия с 10,43 m³/h и стойността на рН с 0,75. Това подобрява работата на абсорбера, намалява разходите и образуването на сулфитни отложения.

Получените резултати дават основание да се счита, че с реализиране на съответните мерки „ТЕЦ Марица изток 2“ ЕАД спокойно ще изпълни новите изисквания към сярочистващите инсталации за блокове от 1 до 4, влизащи в сила след 2021г.[1].

Литература:

[1] Решение за изпълнение (ЕС) 2017/1442 на Комисията от 31 юли 2017 година за формулиране на заключения за най-добри налични техники (НДНТ) за големи горивни инсталации съгласно Директива 2010/75/ЕС на Европейския парламент и на Съвета (нотифицирано под номер С(2017) 5225). Приети с решение на Европейската комисия и публикувани в Официален вестник на Европейския съюз L-212 от 17.08.2017.

[2] <https://www.lechler.com/de-en/>

[3] Топлийски В., „Проект за отражателен пръстен в абсорбер 2 на кота +23,00 метра“. 2018г.

Автори:

д-р инж. Светослав Динев Динев - „ТЕЦ Марица изток 2“ ЕАД,
s.dinev@tpp2.com

инж. Николай Димитров Дочев - „ТЕЦ Марица изток 2“ ЕАД,
n.dochev@tpp2.com

инж. Станимир Димитров Мазников - „ТЕЦ Марица изток 2“ ЕАД,
s.maznikov@tpp2.com

инж. Пламен Тенев Петков - „ТЕЦ Марица изток 2“ ЕАД,
p.petkov@tpp2.com