

REDUCEREA POLUĂRII CU NO_x LA CET SUD TIMIȘOARA, PRIN APLICAREA MĂSURILOR SECUNDARE DE DENOXARE A GAZELOR DE ARDERE

Ing. drd. Daniel DULCEA^{1,2}, Prof. dr. ing. Ioana IONEL², Ing. Nistor BUJDEI¹,
Ing. Dumitru GARDAN¹

¹ Universitatea „Politehnica” din Timișoara,

² Institutul de Studii și Proiectări Energetice, Timișoara

REZUMAT. În această lucrare vom prezenta necesitatea implementării unei astfel de instalații de denoxare la CET Sud Timișoara. Modul de denoxare ales este SNCR (Selective NonCatalytic Reduction) reducere necatalitică selectivă. Vom prezenta câteva argumente ce au dus la alegerea acestei soluții în detrimentul SCR (Selective Catalytic Reduction). De asemenea vom face o scurtă descriere a componentelor unei astfel de instalații cât și modul de funcționare. Într-o astfel de instalație este foarte importantă stabilirea zonei de injecție a agentului reducător, domeniul optim de temperatură al acestei zone este cuprins între 870°C și 1080°C. Peste acest interval amoniacul este oxidat și în acest fel se produce mai mult oxid de azot, iar sub, rata de conversie este prea scăzută și se elimină amoniac în atmosferă. Astfel un generator de abur echipat cu SNCR trebuie să aibă mai multe zone de injecție, indiferent de încărcare, reacția să aibă loc.

Cuvinte cheie: Selective NonCatalytic Reduction, Selective Catalytic Reduction, denoxare, uree, cazane de abur.

ABSTRACT. In this paper there will be presented the necessity of implementing the flue gas cleaning facility inside CET SUD Timișoara. The chosen cleaning technology is SNCR (Selective NonCatalytic Reduction). There will be presented some arguments which led to choosing this solution instead of the SCR solution (Selective Catalytic Reduction). Also there will be presented in short the components of this type of installation and the working principle. In this type of installation it is very important to determine the reduction agent injection area, the optimum field of temperature of this area being between 870°C and 1080°C. Over this range, the ammonia is oxidized and in this way more nitrogen oxide is produced, while under this range the conversion rate is too low and ammonia is sent into the atmosphere. In this way a steam generator which is equipped with the SNCR system has to have more injection areas, independent of the load for the reaction to take place.

Keywords: Selective NonCatalytic Reduction, Selective Catalytic Reduction, flue gas cleaning, urea, team boilers.

1. CONSIDERAȚII GENERALE

O proprietate importantă a cărbunilor este aceea de oxireactivitate, aceștia au tendința de a reacționa în oxigen sau de a arde în oxigen, în urma acestei reacții obținându-se oxizi. În urma arderii cărbunilor rezultă gaze, care conțin: CO₂, SO₂, NO_x, H₂O etc. Dintre aceștia, atenția s-a concentrat asupra SO₂, NO_x, având efectele cele mai nocive. În această lucrare ne vom rezuma la reducerea cantității de NO_x eliminate la coșul de fum de către centrala termoelectrică cu funcționare pe cărbune din Timișoara.

În urma arderii cărbunelui din cantitatea totală de NO_x, aproximativ 95% este sub formă de NO și 5% sub formă de NO₂. Dar monoxidul de azot în prezența oxigenului din aer și sub influența razelor ultraviolete se transformă în NO₂ un gaz foarte toxic atât oamenilor cât și mediului înconjurător.

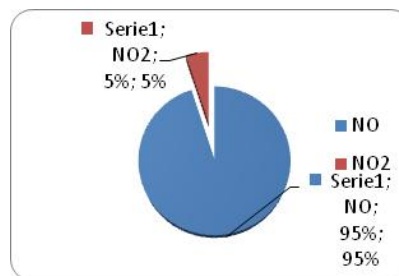


Fig. 1. Procentele de oxizi de azot rezultati în urma arderii cărbunelui.

La funcționarea exclusivă cu lignit, din analizele efectuate, cantitățile anuale de emisii NO_x actuale sunt de 548 tone NO_x /an care corespund unui factor Corinnaire 260 g/GJ. Cerințele de limitare a emisiilor NO_x, fundamentate tot pe factorul Corinaire, fac necesară reducerea acestuia la 120 g/GJ, fapt ce

duce cantitatea totală anuală de NO_x la 257 tone. Pe baza acestei valori, ținând seama de durata de funcționare, puterea medie, caracteristicile lignitului și regimul de funcționare al cazanului, se impune ca la sarcină nominală, funcționând exclusiv cu lignit, concentrația NO_x să fie de 200 mg/Nmc (6%O₂).

Pentru condițiile ulterioare, previzibile prin draftul IPPC Recast, limita momentană de NO_x ar urma să scadă la 200 mg/Nmc pentru arderea lignitului. Măsurile propuse în continuare pot asigura realizarea concentrației NO_x de 200 mg/Nm³.

Privitor la arderea gazelor naturale în cazane de cărbune limita de emisie pentru NO_x conținută în draft și previzibilă este 200 mg/Nmc

Realizarea nivelului puternic restricționat pentru concentrația NO_x necesită aplicarea unor măsuri adecvate. Se au în vedere :

- introducerea de porturi suplimentare de aer cald (over air ports – OAP) pentru limitarea formării NO_x;
- introducerea denoxării necatalice selective (SNCR) pentru reducerea NO_x deja format în gazele de ardere.

La funcționarea cu gaz natural, cerințele HG 541/2003 (care transpune Directiva IMA 2001/80/EC), impun limitarea concentrației NO_x la 200 mg/Nm³ (3% O₂), valoare care înscrie și cantitatea totală anuală în limita impusă (257 tone NO_x/an). Realizarea acestei concentrații impune înlocuirea instalației actuale de ardere a gazului natural cu o instalație bazată pe arzătoare low NO_x.

În cazul funcționării mixte, lignit - gaz natural, limita de concentrație se stabilește, conform HG 541/2003, ca medie ponderată a limitelor concentrațiilor aferente celor doi combustibili. Ponderea se face prin participarea energetică (MW) a fiecărui combustibil.

2. DESCRIEREA GENERALĂ A INSTALAȚIEI DE DENOXARE SNCR

2.1. Rezervor stocare pentru agent de reducere și pompe de transport

Rezervorul de stocare agent reducere se va amplasa în colțul sălii cazanelor pe o platformă betonată. De rezervorul de stocare tine și echipamentul folosit pentru descărcarea din camion a agentului de reducere. Rezervorul este prevăzut cu senzori pentru măsurarea nivelului (normal și alarmă). În interiorul rezervorului sunt amplasate cele două pompe de transport agent de reducere. Pompele sunt de tipul submersibil , una este în funcțiune și una în rezerva. Pompele sunt comandate de la un panou de comandă amplasat lângă rezervor după cum se arată

în figura 2 Transportul agentului de reducere de la rezervor la modulele de mixare și măsură se face prin intermediul conductelor metalice – folosind o bucla de recirculare. Astfel se asigură o circulație permanentă a agentului de reducere în conducte - doar o mică parte din debitul pompat va fi preluat de către modulul de mixare și măsură – restul de fluid se întoarce la rezervor. Rezervorul va fi izolat termic și încălzit pentru a se preîntâmpina înghețarea sau cristalizarea agentului de reducere. Conductele de transport agent de reducere vor fi și ele izolate termic și încălzite local (trace heated) pe porțiunile exterioare clădirii unde există pericol de îngheț.

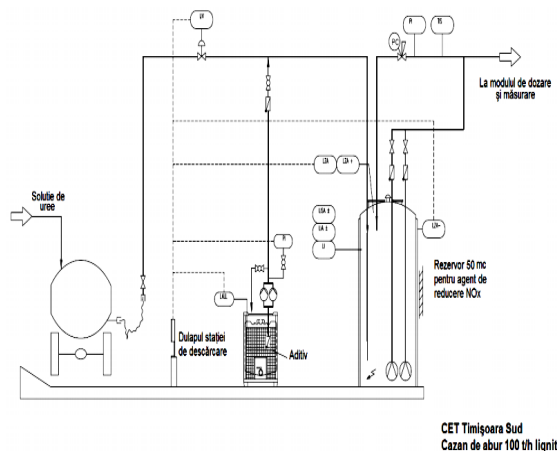


Fig. 2. Schema de alimentare cu agent de reducere.

2.2. Module de mixare și măsură

Modulele de mixare și măsură conform celei din figura 3 se vor monta lângă cazane, vor conține toate armăturile și dispozitivele de măsură și reglare pentru dozarea agentului de reducere, aerului comprimat și apei la lăncile de pulverizare.

Sistemul stabilește necesarul de agent de denoxare în concordantă cu sarcina cazanului și cu nivelul de NO_x la evacuare măsurat și asigură diluția corespunzătoare a agentului în apă.



Fig. 3. Stația de mixare și măsură.

2.3. Sistemul de injecție

Sistemul de injecție are la bază 16 lance conform celei din figura 4 de pulverizare pe două etaje, câte 8 pe etaj. Lăncile de pulverizare se introduc în focar și sunt prevăzute cu una sau mai multe duze de

pulverizare care asigură distribuția uniformă a agentului de reducere pe toată secțiunea transversală a focarului. Cantitatea de agent de reducere ce se pulverizează depinde de concentrația de NO_x, de temperatura din focar și de condițiile de operare – este reglată de modulul aferent de mixare și măsură.

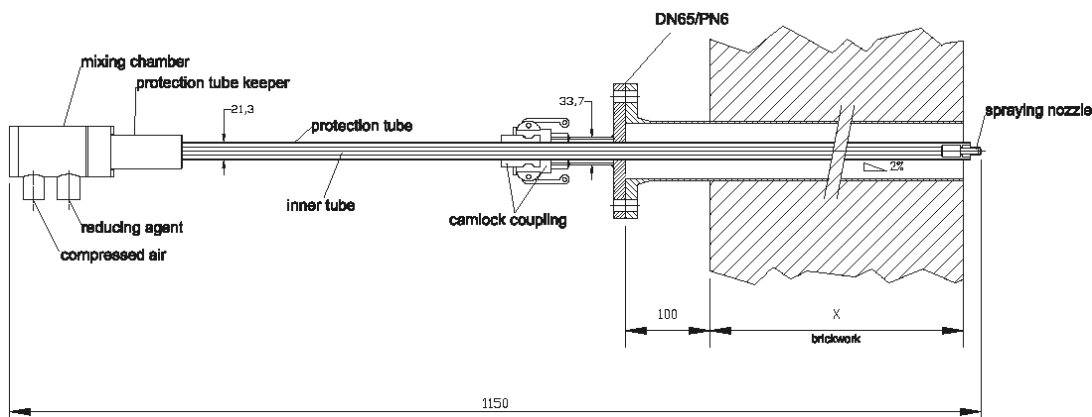


Fig. 4. Lance de pulverizare.

2.4. Stația de pompare apă de diluție

Apa de diluție pentru agentul de reducere este asigurată de un grup de pompare care preia apa de la stația chimică a centralei, ridică presiunea la nivelul cerut pentru injecție și o transportă la modulele de mixare și măsură. Grupul de pompare este format din două pompe centrifuge (una în funcțiune și una în rezervă).

perle sau granule de culoare albă, este solubilă în apă. Temperatura de solidificare este în jurul a 10°C.

2.5. Stația de aer comprimat pentru pulverizare

Aerul necesar instalației SNCR este produs de două compresoare cu șurub, filtrat și uscat până la temperatura punctului de rouă de -40 grd.C. Presiunea necesară pentru pulverizare este de 6 bar. Compressoarele și utilajele anexe pentru prepararea aerului (separatoare de picături, rezervoare tampon, uscătoare prin adsorbție) se vor instala în stația veche pe locul vechilor compresoare EC10 care se vor dezafecta.

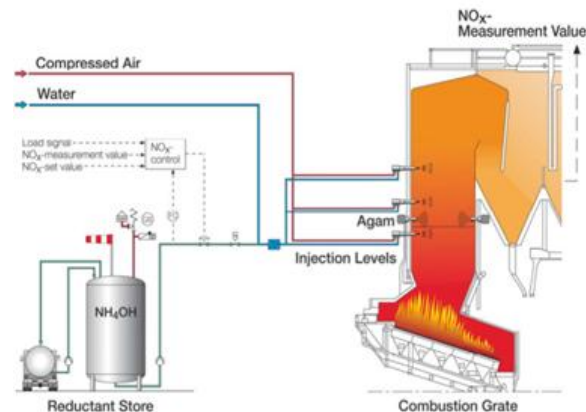


Fig. 5. Schema de funcționare a instalației SNCR.

Aerul comprimat se livrează către dulapurile de măsură și mixare SNCR pe două calități: aer comprimat de pulverizare și aer comprimat instrumental.

Agentul de reducere din rezervoarele de stocare este pompat cu ajutorul pompelor imersate în interiorul rezorvorului către modulele de mixare și măsurare. Aici se face dozarea agentului de reducere cât și a apei și aerului necesar procesului la lăncile de pulverizare. Agentul reducător este pulverizat ca soluție apoasă într-o secțiune în amonte de zona de reacție dar în imediata vecinătate a acesteia. Cum variația de sarcină termică a cazanului produce modificări ale regimului temperaturii ale gazelor de ardere, zona optimă pentru injectarea agentului reducător alunecă din partea superioară a focarului spre zona de ardere. În aceste condiții există posibilitatea ca zonă în care se află amplasate pulverizatoarele să nu îndeplinească condițiile de temperatură pentru reacție. Pentru evitarea unei astfel de situații, injecția agen-

3. DESCRIEREA PROCESULUI DE DENOXARE

Ureea, având formula chimică (NH₂)₂CO se obține prin încălzirea dioxidului de carbon și amoniacului la temperatură de 130°C și 50 bar. Este sub formă de

tului reducător se va face pe două nivele de injectare, astfel în funcție de sarcina termică a cazanului de abur vor fi în funcțiune injectoarele din secțiunea aflată în zona de temperatură optimă a gazelor de ardere. Dispunerea pulverizatoarelor este prezentată în figurile 6 și 7.

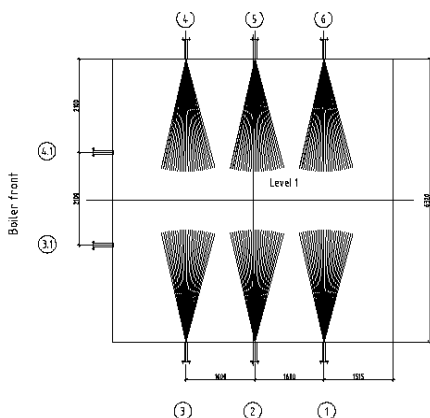


Fig. 6. Dispunerea pulverizatoarelor pe nivelul 1 de injectie.

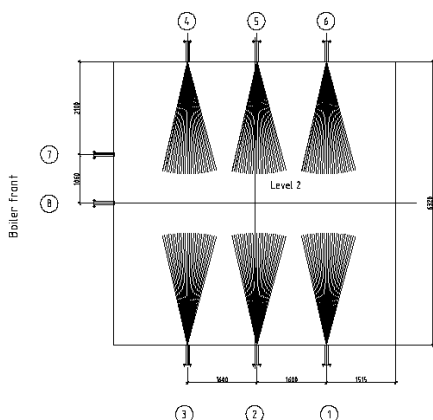


Fig. 7. Dispunerea pulverizatoarelor pe nivelul 2 de injectie.

Temperatura optimă de reacție se situează într-un interval care trebuie respectat cu deosebită strictețe: 850 și 1100 °C. Peste acest interval amoniacul este oxidat și în acest fel se produce și mai mult oxid de azot, iar sub, rata de conversie este prea scăzută și se elimină amoniac în atmosferă.

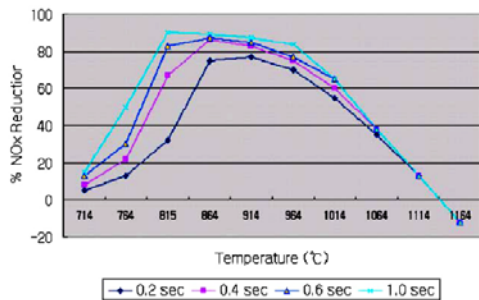


Fig. 7. Influența temperaturii asupra procesului de denoxare.

În figura 7 de mai sus se poate observa potențialul de reducere a NO_x din gazele de ardere dacă este respectat intervalul de temperatură și pulverizarea agentului de reducere se face cât mai uniform în secțiunea nivelului de injectie.

4. CONSUMURI DE MATERIALE ȘI ENERGETICE PENTRU SNCR

Acestea sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Consumurile de materiale pentru funcționarea instalației

Debitul de gaze de ardere uscate	max	min
Soluție apoasă de uree, kg/h	100	53
Aditiv, kg/h	5	2.65
Apă de diluție, kg/h	1000	750
Aer comprimat, kg/h	240	240
Putere electrică funcționare instalație, kW	3	
Putere electrică pentru încălzirea rezervorului de stocare soluția apoasă de uree, kW	6,018	

Prețurile estimative pentru agenți de consum:
 – soluție apoasă de uree, 0,3 euro/kg;
 – aditiv, 9,85 euro/kg.

5. CONCLUZII

Măsurile propuse sunt tehnici BAT(Best Available Technology), după cum urmează : SNCR-BREF mai 2005, punctul 3.4.2.2

Prin managementul corespunzător al aerului de ardere și introducerea de porturi suplimentare de aer cald (OAP-over air ports) producerea NO_x prin ardere se va reduce de la 540 mg/Nm³ la 400-450 mg/Nm³. În continuare SNCR va asigura reducerea până la 200 mg/Nm³, deci va avea un randament de reducere de 45-50 %.

Deși prin procedeul SNCR se obține un grad mai mic de denoxare față de procedeul SCR, acest dezavantaj este compensat de cheltuielile de investiție de circa 4 până la 6 ori mai mici la procedeul SNCR față de procedeul SCR și acolo unde denoxarea se înscrie în normele de protecție este preferabil aplicarea procedeeului SNCR. Unul din principalele motive pentru optarea unui sistem SNCR în detrimentul unuia SCR care are o rata de reducere mai mare de 80-95%, este spațiul necesar instalării catalizatorului necesar funcționarii unei instalații SCR. Astfel în instalațiile existente este aproape imposibil de a găsi un tronson pe traseul gazelor arse unde poate fi instalat.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Ionel, I., Ungureanu, C. *Termoenergetica și mediul*, Editura Tehnică, București, 1996.
- [2] *Studiu de fezabilitate, Retehnologizarea sistemului centralizat de termoficare din municipiul Timișoara în vederea conformării la normele de protecția mediului privind emisiile poluante în aer și pentru creșterea eficienței în alimentarea cu căldură urbană*. Timișoara, 2007.
- [3] ISPE Timișoara. *Detalii de execuție, Retehnologizarea sistemului centralizat de termoficare din municipiul Timișoara în vederea conformării la normele de protecția mediului privind emisiile poluante în aer și pentru creșterea eficienței în alimentarea cu căldură urbană*. Timișoara, 2012.

Mulțumiri

În calitate de doctorand în cadrul Universității „Politehnica” din Timișoara, Facultatea de Mecanică, aduc mulțumiri pe această cale. Menționez că cercetarea contribuie la reducerea impactului centralei termice asupra mediului/aerului în zona Timișoara și valorifică astfel potențialul local. Proiectul AIRQ este finanțat de către [uefiscdi](#) 2012-2014 ca proiect de tip IDEI.