

CONSERVAREA CALITATII MEDIULUI PRIN DENOXAREA GAZELOR DE ARDERE UTILIZAND DESCARCAREA CORONA SI MICROUNDI

**Zissulescu Ecaterina, Macarie Rodica, Zissulescu Sorin
SC ICPET ECO-SA
Martin Diana, Ighigeanu Daniel - INFLPR**

Rezumat

Sectorul energetic prin complexitatea instalatiilor si a proceselor tehnologice, caracteristicilor materiilor prime si a deseurilor rezultate este unul dintre principalele sectoare industriale generatoare de poluanti. Prioritare in energetica sunt reducerile de oxizi de sulf si azot, precum si pulberile in suspensie.

In Romania progrese importante s-au realizat in cazul reducerii pulberilor din gazele de ardere, realizandu-se instalatii de epurare electrostatica in conceptie romaneasca, cu care se gazanteaza emisii sub normele in vigoare (50 mg/Nm³), dar nu exista instalatii pentru reducerea oxizilor de sulf si azot, clasice sau utilizand tehnica radiatiei.

Electrotehnologiile sunt in plina dezvoltare pe plan mondial existand statii sau instalatii pilot si demonstrative care prelucreaza pana la 5000 m³N/h.

Specialistii din SC ICPET ECO-SA in colaborare cu cei din si INFLPR au dezvoltat in Programele Nationale Relansin si Mener proiecte prin care s-au pus bazele unor tehnologii moderne pentru retinerea oxizilor de sulf si azot prin utilizarea « plasmei reci ».

In lucrare se prezinta solutia tehnica proprie propusa de autori si unele rezultate experimentale .

Oxizii de azot si de sulf existenti in gazele de ardere produse in termocentrale, statii de incinerare a deseurilor, combinate siderurgice si chimice, sunt principalii poluanti care produc "ploile acide", "efectul de sera" si "rarefierea stratului de ozon " al pamantului. Tehnologiile chimice conventionale –spalarea umeda pentru SO₂ si reducerea selectiva catalitica pentru NO_x - utilizate in eliminarea acestor oxizi toxici au dezavantaje majore ca:

- Implica instalatii mari, costuri mari de productie si uneori au o eficienta scazuta;
- Necesita statii separate de epurare pentru NO_x si SO₂;
- Folosesc cantitati mari de apa;
- Produc materiale secundare nefolositoare si poluante.
- Pe scurt transfera poluarea de la aer si sol

Necesitatea de a elimina tehnologiile poluante si de a realiza reducerea simultana a oxizilor de azot si de sulf a generat dezvoltarea in domeniul chimiei si fizicii a unor cercetari intense cu caracter fundamental si in statii pilot. Un fascicul de electroni, prin interactie Coulombiana cu electronii orbitali ai atomilor substantei pe care o strabat, cauzeaza ionizari si excitari moleculare. Daca se transfera o cantitate suficienta de energie, moleculele excitate ale principalelor componente ale unui flux de gaze rezultat din arderea carbunelui, pacurei, deseurilor solide urbane, etc., N_2 , H_2O , CO_2 si O_2 , se descompun formand radicali liberi extrem de activi, de tipul $OH\bullet$, $O_2H\bullet$, $N\bullet$, $H\bullet$. Prezenta apei si a acestor radicali liberi conduc, prin reactii chimice specifice, la transformarea bioxidului de sulf in acid sulfuric si a oxizilor de azot in acid nitric. Prin injectia de amoniac in gazul tratat, acidul sulfuric si acidul nitric se transforma in saruri de amoniu care pot fi utilizate ca fertilizatori in agricultura.

Ca urmare, s-au elaborat metode noi, nepoluante si in curs de aplicare in statii pilot si la nivel industrial, cu urmatoarele avantaje net superioare metodelor chimice clasice :

- Realizeaza eliminarea **simultana** a oxizilor de azot si de sulf;
- Demonstreaza **randamente ridicate**, de aproape 100% pentru SO₂ si peste 90% pentru NO_x;
- **Nu genereaza apa si produse de reactie poluante;**
- Are ca produse secundare substante care se pot utiliza ca **fertilizatori in agricultura.**

Descărcarea corona la tensiune continuă este cel mai vechi aspect cunoscut al plasmei “reci”. Ea se produce între un catod și un anod, la presiune redusă. Toată suprafața catodului este emisiva. La o anumită valoare a tensiunii se trece la regimul de arc, regim caracterizat de un puternic curent de descarcare, de ordinul amperilor, și căderea de tensiune în descărcare redusă, câteva zeci de volți. “Descărcarea luminiscentă” prezintă în vecinătatea catodului o zonă întunecată de dimensiuni milimetrice unde se produce cea mai mare parte a căderii de tensiune. Bombardamentul ionic asupra catodului duce la apariția unei “emisii secundare” de electroni, electroni care vor contribui la realizarea autonomiei descărcării, a autoîntreținerii ei.

Statii pilot in functiune in regim industrial pe plan mondial

Nr. ctr	Anul punerii in functiune	Tara Numele instalatiei	Debitul de gaze Nm ³ /h	Tip combustibil	Accelerator		Puterea in EA/Nm ³ (W/Nm ³)
					KW/MeV	Nr. unitati/trecere	
						Nr. acceleratoare	
1	1998	China Chengdu Thermal Power Plant	300 000	carbune	640/0.800	2	2,13 (cu o singura trecere 5W/Nm ³)
						2 (320kW/ unitate)	
2	1999	Polonia Pomorzany Electric Power Station-Szezecin	275 000	carbune	1200/0.800	2	4.36 (cu o singura trecere 9W/Nm ³)
						4 (300kW/ unitate)	
3	1999	Japonia Nishi-Nagara Thermal Power Plant of Chubu Electric Power Corporation	620 000	carbune	2400/0.800	2	3.87 (cu o singura trecere 8W/Nm ³)
						6 (400kW/ unitate)	

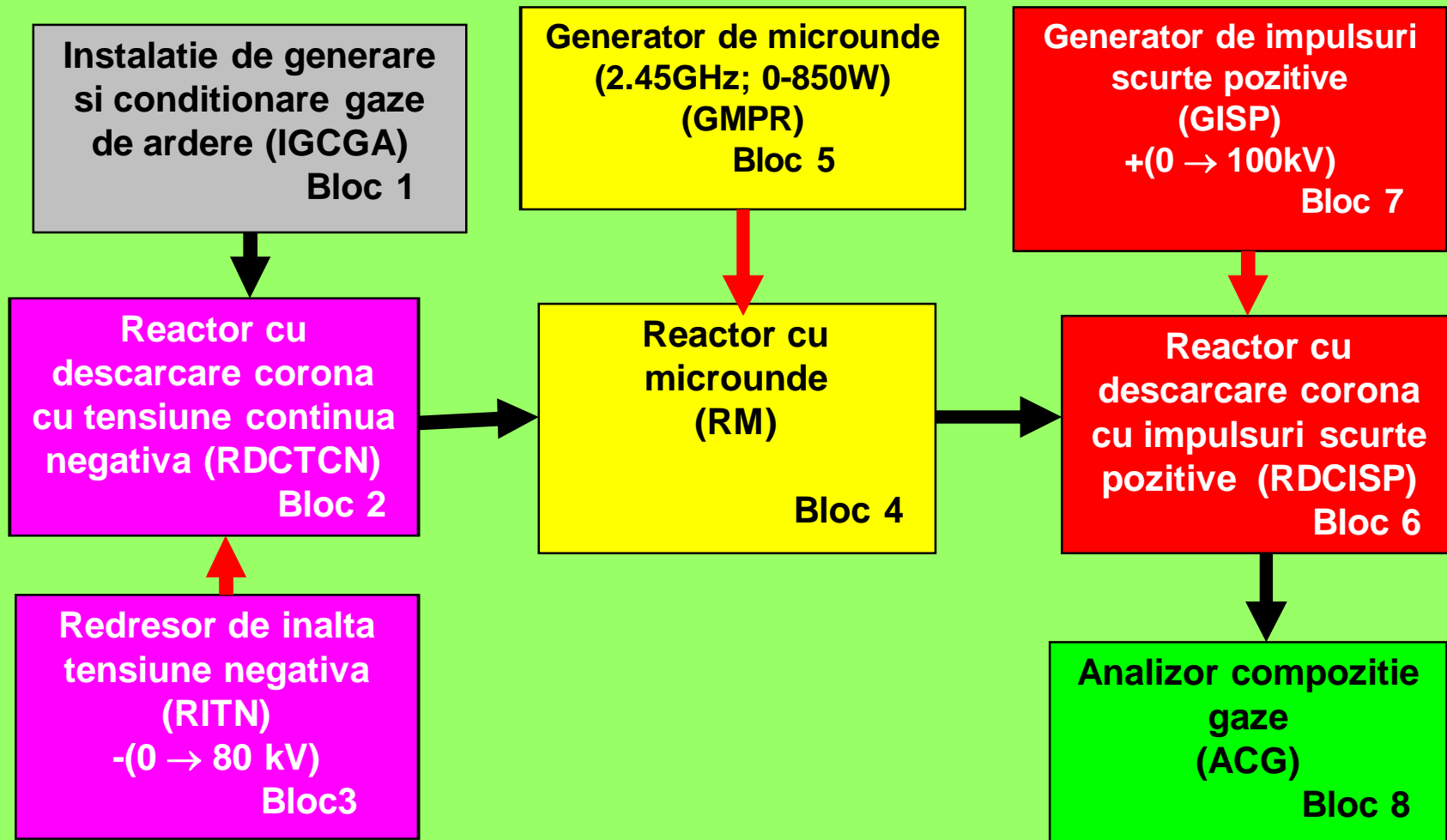
Plasmele induse de microunde prezinta urmatoarele avantaje :

- ***Nu necesita electrozi.*** Absenta electrozilor in incinta cu plasma elimina o sursa puternica de contaminare a plasmei si face ca incinta de reactie sa aiba o structura geometrica simpla. De asemenea, absenta electrozilor permite introducerea de gaze "**corozive**" si producerea de "**substante corozive**".
- In plasma se produce un grad inalt de ionizare si de disociere a moleculelor exercitate: de regula se produce o densitate de specii active de cca **10 ori mai mare** decat in oricare alta plasma excitata electric;
- Plasma poate fi susutinita intr-o mare varietate de gaze si intr-o gama foarte larga de presiuni ale amestecului de gaze;
- Plasmele create la presiuni joase (0.1 mTorr - 100 mTorr) produc densitati de electroni liberi de la 2×10^{11} electroni/cm³ pana la 5×10^{14} electroni/cm³, cu temperaturi ale electronilor de la 30 000 K la 80 000 K (energie cinetica a electronilor 2 eV-16 eV) si un grad de ionizare de 30-50%. Temperatura gazului este relativ joasa, de 400-500 K iar densitatea de puterea absorbita in plasma poate ajunge intre 0.2 W/cm³ -10 W/cm³;
- Plasmele create la **presiuni mari de gaz produc** densitati mai mari de electroni de la 10^{12} electroni/cm³ pana la 10^{14} electroni/cm³, cu densitati foarte mari de putere absorbita, in gama 50 W/cm³ la 500 W/cm³;
- Raportul dintre "temperatura electronilor" si "temperatura gazului", T_e/T_g , este foarte mare, de cca 100, astfel ca gazul si peretii incintei raman relativ "reci" in prezenta unor electroni liberi energici si a unor ioni "reci". In acest caz, efectul de "pulverizare" de catre bombardamentul cu ionii de joasa energie a diverselor componente ale incintei cu plasma (peretii incintei sau un obiect care se trateaza cu plasma) este mult diminuat;
- Realizarea de surse de microunde la nivel foarte mare de putere este in stadiu avansat pe plan mondial, iar **costul unui kW de energie de microunde este redus.**

- **Descărcarea corona** la tensiune continuă este cel mai vechi aspect cunoscut al plasmei “reци”. Ea se produce între un catod și un anod, la presiune redusă. Toată suprafața catodului este emisiva. La o anumită valoare a tensiunii se trece la regimul de arc, regim caracterizat de un puternic curent de descarcare, de ordinul amperilor, și căderea de tensiune în descărcare redusă, câteva zeci de volți. “Descărcarea luminiscentă” prezintă în vecinătatea catodului o zonă întunecată de dimensiuni milimetrice unde se produce cea mai mare parte a căderii de tensiune. Bombardamentul ionic asupra catodului duce la apariția unei “emisii secundare” de electroni, electroni care vor contribui la realizarea autonomiei descărcării, a autoîntreținerii ei.

- **In figurile urmatoare se prezinta modelul experimental, realizat dupa solutia propusa de specialistii din cele doua institute, pe care s-a stabilit tehnologia de denoxare utilizand plasma indusa prin descarcarea corona negativa, descarcarea corona in impulsuri (pozitive de ordinul nanosecundelor si plasma indusa prin microunde.**
- Aceste sisteme de natura fizica diferita trebuie sa actioneze impreuna astfel incat, pastrand avantajele eficientei efectelor descarcarii corona in impuls in amestecul de gaze, sa ofere urmatoarele facilitati:
- Scaderea nivelului de energie necesar descarcarii corona;
- Reducerea contaminarii electrozilor cu produsii de reactie rezultati in timpul descarcarii corona, fapt care conduce la scaderea in timp a performantelor initiale si a timpului de utilizare;
- Prin utilizarea aditionala a unui flux de microunde se "energizeaza" si se mentine o plasma cu o densitate crescuta de electroni liberi si deci de specii active implicate in procesul de reducere a oxizilor de azot si de sulf;
- Cresterea dimensiunilor volumului de interactie a electronilor liberi cu amestecul de gaze datorita proprietatii speciale a microundelor de a se putea genera in regiuni spatiale cu sectiuni mari;
- Cresterea vitezei de consumare a speciilor active in reactiile chimice specifice prin modificarea cineticii reactiilor, proprietate specifica microundelor, astazi in intensa utilizare intr-o gama larga de reactii chimice de reducere si de sinteza.

Schema bloc generala a modelului experimental



Modelul experimental realizat in baza de cercetare

SC ICPET ECO SA



Elc6-FRODIP

Elc3-FM1

Elc2-FRODIN

06.05.2009

12

S-au efectuat experimentari in urmatoarele conditii:

- Tensiunea in impuls 38 – 40 kV;
- Durata impulsului pana la 1,5 μ s la semiinaltime;
- Frontul impulsului < 300 ns;
- Frecventa de repetitie a impulsurilor 1 – 50 Hz;
- Temperatura gazelor 65 – 70 0C;
- Continutul de umiditate in gaze 12,5 %;
- Cantitatea de amoniac adaugata stoichiometric;
- SO₂ si NO_x adaugati separat;
- Concentratia medie de oxizi de sulf 3000 mg/Nm³;
- Concentratia medie de oxizi de azot 600 mg/Nm³;
- Concentratia medie de oxigen 19,1 %;
- Concentratia medie de CO₂ 10 %;
- Debitul de gaze 400 Nm³/h.

S-au obtinut grade de denoxare de aproximativ 91% pentru SO₂ si 46% pentru NO_x.