

IMPACTUL EFLUENȚILOR GAZOȘI REZULTAȚI LA ARDEREA CĂRBUNELUI ASUPRA MEDIULUI ȘI ORGANISMULUI UMAN

**Conf.univ.dr.
Clement IONESCU,**
Universitatea din Petroșani



Absolvent al Facultății de Chimie – Universitatea din Craiova. A obținut titlul de doctor în științe în anul 1997, cu lucrarea: „Cercetări privind eficiența proceselor de lichefiere a cărbunilor cu diferite grade de încarbonizare“. Are preocupări în domeniul înnoierii cărbunilor prin procedee chimice și analize fizico-chimice pentru combustibili solizi și lichizi.

**Prep.univ.drd.
Clementina MOLDOVAN,**
Universitatea din Petroșani



Absolventă a Facultății de Chimie – Universitatea din Craiova. Este preparator la disciplina chimie, catedra „Procesarea resurselor minerale“, din cadrul Universității din Petroșani. Are preocupări în domeniul extracției masei organice a cărbunilor cu ajutorul unor solvenți de natură organică.

REZUMAT

În lucrare se prezintă principalii produși gazoși (SO₂, CO₂, NO_x) rezultați prin arderea cărbunelui și acțiunea nocivă a acestor produși asupra mediului ambiant și organismului uman.

În același context se prezintă principalele cauze care conduc la apariția ploilor acide, precum și amplificarea efectului nociv al acestor produși prin sinergism.

ABSTRACT

This work presents the most important gaseous products (SO₂, CO₂, NO_x), resulted from coal's combustion and the harmful action of this products over the environment and human organism.

In the same context are presented the most important causes which lead to the appearance of acid rains, as well as to the amplification of the harmful effect of this products by sinergism.

1. CONSIDERAȚII GENERALE

O proprietate a cărbunilor este oxireactivitatea, adică tendința lor de a reacționa cu oxigenul sau de a arde în oxigen și de a forma oxizi. Cărbunii au o oxireactivitate cu atât mai mare cu cât sunt mai tineri, adică au un grad de carbonizare mai mic.

Cărbunii reacționează cu oxigenul din aer, chiar la temperatura obișnuită (combustie lentă), însă arderea propriu-zisă are loc la o anumită temperatură, specifică fiecărui tip de combustibil, numită temperatură de aprindere. Temperatura de aprindere este cu atât mai mare cu cât gradul de carbonizare este mai avansat.

La arderea cărbunilor rezultă gaze, care conțin: CO₂, SO₂, NO_x, H₂O_(v) etc. Din cadrul acestor efluenți gazoși, atenția s-a concentrat în principal pe gazele acide (SO₂, NO_x), ca urmare a rolului pe care îl au asupra mediului, pe termen lung. În literatura de specialitate se menționează faptul că, prin arderea cărbunilor, se evacuează în atmosferă anual aproximativ 120 milioane tone de cenușă, care, împreună cu praful ce se degajă, formează anual 200–250 milioane tone de aerosoli.

De asemenea, prin arderea cărbunilor și a țițeiului cu un conținut de 1% sulf se evacuează în atmosferă aproximativ 60 milioane tone de SO₂.

Având în vedere efectele nocive ale gazelor rezultate prin arderea cărbunilor și păcurii, în România s-a luat măsura ca, începând cu anul 1996, să nu se mai importe și comercializeze aceste produse, cu un conținut mai mare de 1,1–1,80%, pentru cărbuni, și 1,34–1,50%, pentru păcură.

De aceea, este necesar ca pentru protecția vieții pe pământ să se acorde o atenție deosebită depoluării atmosferei de acești agenți nocivi.

Dioxidul de carbon (CO₂) rezultat în urma proceselor de utilizare a cărbunelui afectează temperatura atmosferei inferioare. Acest gaz absoarbe radiațiile termice și reflectă o parte din radiațiile infraroșii, conducând la efectul de seră sau la încălzirea globală a atmosferei și deci la apariția unor dezechilibre în ecologia mondială.

Monoxidul de carbon, obținut prin arderea cărbunelui într-o atmosferă insuficientă de oxigen, este convertit în dioxid de carbon. Aceste gaze ale carbonului nu sunt considerate ca fiind o problemă pentru poluarea mediului.

Celelalte gaze rezultate în urma arderii cărbunelui (SO_x , și NO_x), emise în atmosferă, conduc la apariția ploilor acide, iar parte din ele se depun la sol, ca depuneri uscate.

Oxizii de sulf și de azot sunt absorbiți în picăturile mici de apă din nori, transformându-se în acizi. În continuare, dizolvarea cauzează disocierea acizilor în ioni, care ajung pe sol împreună cu precipitațiile. Acest proces este denumit depunere umedă.

Pe de altă parte, oxizii de azot absorb radiațiile ultraviolete din radiația solară, declanșând reacții fotochimice care produc smogul, din care face parte și ozonul. Formarea și impactul precipitării uscate și umede sunt redată în figura 1.

Dioxidul de sulf are o acțiune nocivă și asupra plantelor, chiar și atunci când se află în cantități mici. În situația în care cantitatea de SO_2 din atmosferă este mare și umiditatea aerului ridicată, se formează acizii oxigenați ai sulfului, care provoacă arsuri și pete pe toate organele plantelor. În acest caz, pe frunze apar pete brune și galbene, care se mențin până la căderea frunzelor. Pe de altă parte, SO_2 poate fi absorbit de unele plante în cantități proporționale cu cantitatea de sulf găsită în plante, transformându-se în ionul SO_4^{2-} , care este de 30 de ori mai puțin toxic, contribuind substanțial la depoluarea atmosferei.

În prezent, desulfurarea gazelor este singura metodă convențională utilizată pentru reducerea emisiilor de sulf după arderea cărbunelui. Prin această metodă poate fi asigurată o reducere de peste 90% a sulfului din fluxul de gaze.

Denitrificarea fluxurilor de gaze prin reducere catalitică selectivă are utilizări limitate, cu rezultate acceptabile în reducerea emisiilor de oxizi de azot de la termocentrale. Tehnologiile viitoare includ arderea în pat fluidizat, unde eliminarea sulfu-

lui poate fi realizată în timpul arderii cărbunelui, urmată de o reducere a emisiilor de dioxid de sulf de 35-50%.

De asemenea, cărbunii pot fi transformați în combustibili lichizi, în prezența unor substanțe donoare de hidrogen și a unor catalizatori, combustibili sintetici în care sulful și alte impurități sunt eliminate în mare măsură.

Petrolul obținut din cărbune și amestecurile de cărbune și apă cu un conținut redus de cenușă și sulf sunt considerate o alternativă pentru înlocuirea petrolului în utilități și boilere industriale.

2. EFLUENȚII GAZOȘI

2.1. Oxizii de carbon

Prin arderea cărbunelui rezultă atât monoxidul de carbon cât și dioxidul de carbon, în funcție de oxigenul participant la ardere. Monoxidul de carbon este un component foarte toxic, care pătrunde în sânge ca urmare a următoarelor proprietăți fizico-chimice:

- densitate apropiată de cea a aerului;
- difuzibilitate mare;
- o afinitate mare a hemoglobinei pentru CO (de 210 ori mai mare, comparativ cu O_2).

Efectele nocive asupra organismului uman constau în: oboseală, amețeală, cefalee, greață, insomnie, tulburări de memorie etc. Spre deosebire de acest oxid, dioxidul de carbon este toxic numai în concentrații foarte mari (peste 5000 ppm). Dioxidul de carbon contribuie în mare măsură la efectul de seră creat asupra pământului, contribuția care-i

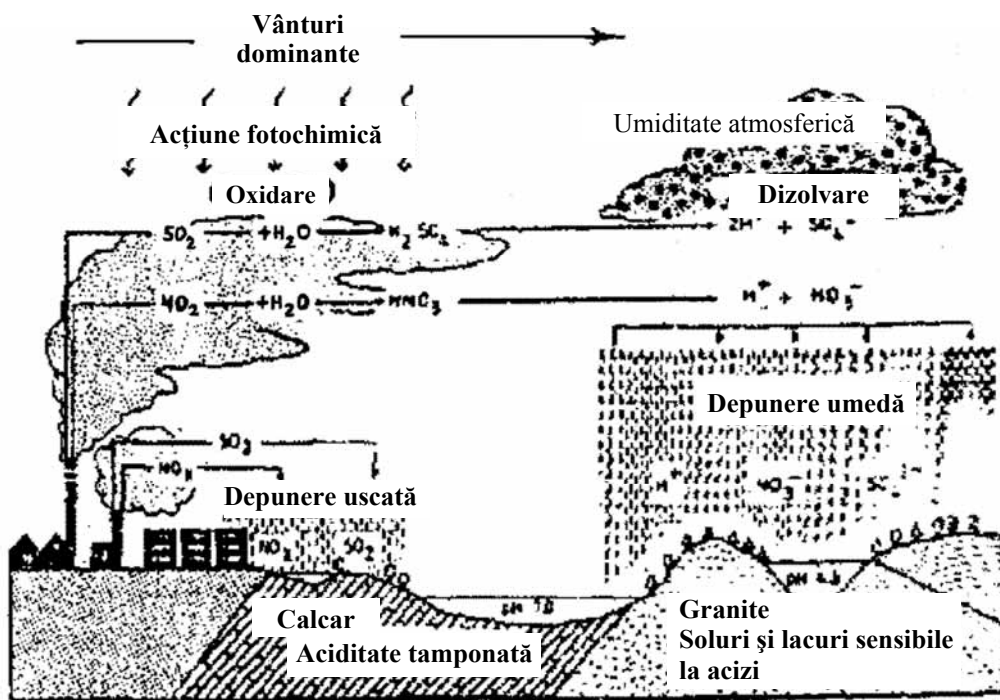
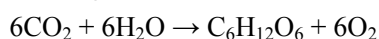


Fig. 1. Formarea, distribuția și impactul ploilor acide (Kemp, 1990).

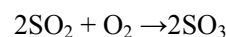
revine fiind apreciată la circa 50%. Până în prezent nu există soluții tehnico-economice de combatere a emisiilor de CO₂. Singura soluție fezabilă este accentuarea creșterii eficienței la producerea, transformarea și utilizarea energiei termice, sau exploatarea energiei nucleare și a altor surse de energie neconvențională. Din fericire, procesul de asimilare clorofiliană (fotosinteză) folosește dioxidul de carbon expirat de ființele vii sau eliminat în urma proceselor industriale, dând naștere la glucide și oxigen:



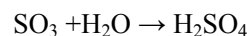
Această reacție, prin efectele ei, poate fi numită reacția vieții.

2.2. Oxizii de sulf

Oxizii de sulf rezultă în urma oxidării sulfurii existent în compoziția cărbunelui. Cea mai mare parte a sulfurii existent în cărbune (peste 95%) se transformă în SO₂, restul de aprox. 5% se transformă în SO₃. Evacuat în atmosferă, dioxidul de sulf (SO₂) reacționează cu oxigenul sub acțiunea radiațiilor ultraviolete solare, dând naștere anhidridei sulfuroase (SO₃) conform reacției:



În prezența vaporilor de apă din atmosferă, mai ales în perioadele de ceață și în zilele foarte umede, trioxidul de sulf se transformă în acid sulfuric:



Dioxidul de sulf este o substanță toxică, având o acțiune iritantă asupra mucoaselor și provocând spasm și contracția mușchilor căilor respiratorii. Efectele nocive ale diferiților poluanți în aer, la diferite concentrații, sunt redată în tabelul 1.

Efluenții gazoși au o acțiune nocivă și asupra organismului uman (tabelul 2).

Oxizii de sulf au o acțiune nocivă și asupra mediului ambiant, acționând direct asupra plantelor, contribuind și la modificarea compoziției apei și a solului. În concentrație mare, dioxidul de sulf distruge clorofila din frunze, acțiunea sa amplificându-se prin sinergism cu NO₂. Expunând frunze de diferite plante într-o atmosferă cu NO₂ în concentrație de 2 ppm și separat, într-o atmosferă cu SO₂, în concentrație de 0,7 ppm, după 4 ore nu s-a observat nicio schimbare morfologică în structura frunzelor. Expunând însă aceleași frunze într-o atmosferă cu ambele noxe, dar într-o concentrație individuală mult mai mică decât în primul caz

Tabelul 1

Efectele nocive ale anhidridei sulfuroase (SO₃) în aer, la diferite concentrații

Concentrația (ppm)	Efecte fiziologice	Observații
0.3-1.0	Se face simțită prin miros	Concentrații tolerabile în ateliere și zone de lucru
1.0-10	Are o acțiune iritantă asupra nasului și ochilor	Posibilități de suportare, scăzând până la o oră, odată cu creșterea concentrației
10-100	Iritarea accentuată a nasului și ochilor	Idem, ca sus
150-650	Atac al aparatului respirator	O jumătate de oră – o oră de expunere poate pune viața în pericol, în funcție de individ
10000	Paralizie respiratorie progresivă	Concentrație mortală. O iritare vie a părților umede ale pielii, ce apare după câteva minute.

Tabelul 2

Efectele unor poluanți asupra organismului uman

Poluantul	Efectul	Concentrația (ppm)
SO ₂	Suportabil o oră	200
	Concentrație pentru 8 ore	5-15
	Pragul perceptibil mirosit	2-5
	Concentrația maximă pentru ședere permanentă	0,1-0,2
H ₂ SO ₄	Moarte rapidă	1500
	Tulburări după 2-3 ore	150
	Tulburări după 8 ore	20
	Măsurabil	2
CO	Simptome grave după o oră	2000
	Tulburări după 8 ore	100
	Neglijabil la ședere permanentă	20
NH ₃	Mortal după 30 minute	4000
	Tulburări după 8 ore	100
	Sesizabil olfactiv	26
Hidrocarburi	Tulburări după 8 ore	500
CO ₂	Tulburări după 8 ore	5000

(0,1 ppm pentru fiecare gaz), s-a observat o continuă modificare a țesutului frunzelor.

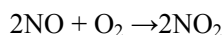
Oxizii de sulf, respectiv acizii sulfuros și sulfuric, care rezultă prin hidratarea acestora, conduc la fenomene de coroziune, decolorarea materialelor colorate, reducerea elasticității și rezistenței pentru unii compuși organici (amine, polimeri, textile etc.).

Oxizii de sulf, alături de cei de azot, sunt astăzi considerați principalele cauze ale ploilor acide, ploi care cauzează distrugerea pădurilor pe suprafețe întinse.

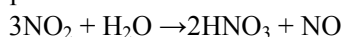
Modificările în compoziția apei și a solului au ca rezultat tulburări de dezvoltare a plantelor, o scădere a producției de masă lemnoasă, respectiv a producției și calității fructelor, cu întregul cortegiu de consecințe economice și de altă natură, ultimele manifestate în lanțul trofic plantă – animal – om.

2.3. Oxizii de azot

Din cantitatea totală de NO_x rezultată prin arderea cărbunelui, aproximativ 95% este sub formă de NO și 0,5% sub formă de NO₂. Monoxidul de azot, în prezența oxigenului din aer și sub acțiunea razelor ultraviolete, se transformă în NO₂ conform reacției:



Dioxidul de azot este un gaz foarte toxic, care împreună cu vaporii de apă din atmosferă formează acidul azotic:



Atât dioxidul de azot cât și acidul azotic sunt foarte periculoși pentru organismul uman.

Oxizii de azot atacă căile respiratorii, mucoasele și transformă oxihemoglobina în metahemoglobină, ceea ce conduce la paralizii. O expunere mai îndelungată la acțiunea oxizilor de azot, chiar și la concentrații foarte mici, de numai 0,5 ppm, slăbește organismul uman, sensibilizându-l foarte mult la infecțiile bacteriene.

Oxizii de azot au o acțiune nocivă și asupra plantelor. Acești oxizi, în concentrații mici, determină necrozarea și căderea frunzelor plantelor. Prin expunerea plantelor într-o atmosferă de NO₂, la o concentrație de 25 ppm, se produce căderea frunzelor în timp de o oră. Același fenomen se produce în timp de 35 de zile, prin expunerea plantelor la o concentrație de 0,5 ppm de NO₂.

Toxicitatea oxizilor de azot crește foarte mult prin sinergism cu alte substanțe toxice. Acidul azotic rezultat în urma reacției dioxidului de azot cu apa contribuie la apariția fenomenului de coroziune a construcțiilor metalice, provocând distrugerea lor. Acidul azotic formează azotați cu diferiți cationi, prezenți în atmosferă. Aceștia au o acțiune corozivă asupra cuprului, alamei, aluminiului, nichelului etc., distrugând rețelele electrice și telefonice. Caracterul puternic oxidant al oxizilor de azot și acidului azotic este principala cauză a distrugerii de către aceștia a maselor plastice, lacurilor, vopselelor, utilizate ca materiale de protecție la instalațiile și construcțiile industriale.

Este dovedită acțiunea NO_x asupra unor materiale de construcție din grupa carbonaților, ca de exemplu marmura.

Acești oxizi ai azotului pătrund prin microfisurile materialelor de construcție, provocând distrugerea construcției.

Un rol nociv îl are și protoxidul de azot (N₂O) asupra mediului ambiant. Este un gaz foarte stabil, care se descompune, la 600°C, în N₂ și O₂.

Experimental s-a dovedit că măsurile primare și secundare, aplicate industrial pentru scăderea concentrației de NO_x în gazele de ardere, sunt aproape întotdeauna însoțite de o producere de emisii secundare nedorite, precum: N₂O, CO, NH₃.

Acest fenomen este un semnal de alarmă și își aduce o contribuție de până la 10% la creșterea anuală a concentrației de N₂O în troposferă.

Alte surse generatoare de N₂O sunt: procesele de nitrificare-denitrificare determinate de îngrășămintele chimice, industria chimică și vehiculele rutiere. Efectul nociv al N₂O este dublu. Întâi se amintește contribuția N₂O la efectul de seră, contribuind la încălzirea atmosferei terestre cu aprox. 4%. Al doilea efect este contribuția sa la distrugerea păturii protectoare de ozon din stratosferă (10-50 km deasupra pământului). N₂O face parte din categoria gazelor inerte în troposferă, dar nocive în stratosferă, din cauza efectului său catalitic în cadrul unor reacții fotochimice, ce dezvoltă radicali activi care atacă pătura de ozon.

3. CONCLUZII

- Gazele de tipul SO_x, NO_x și cele pe bază de carbon au un efect nociv asupra mediului ambiant, precum și asupra organismului uman.
- Oxizii de azot contribuie la distrugerea materialelor de construcție din grupa carbonaților (marmura).
- Protoxidul de azot (N₂O) contribuie la efectul de seră, care constă în încălzirea atmosferei terestre cu aprox. 4%, precum și la distrugerea păturii protectoare de ozon din stratosferă.
- Oxizii de sulf au o acțiune directă asupra plantelor, contribuind la modificarea apei și a solului.
- Oxizii de sulf, împreună cu cei de azot, sunt considerați principalele cauze ale ploilor acide, ploi care cauzează distrugerea pădurilor pe suprafețe întinse.
- Efectul nociv al dioxidului de sulf asupra florei se amplifică foarte mult, prin sinergism cu dioxidul de azot (NO₂).

BIBLIOGRAFIE

1. **Ionel, I., Ungureanu, C.** *Termoenergetica și mediul*, Editura Tehnică, București, 1996.
2. **Modeleanu, V.** „Contribuții privind depoluarea atmosferei de oxizi de azot reziduali”, I.P. Timișoara, 1983.
3. **Popa, B.** *Manualul inginerului termotehnician*, Ediura Tehnică, București, 1986.
4. *** „Economia și protecția mediului”, Tribuna Economică, 1997.
5. *** „Efectul calității cărbunelui asupra formării NO_x” – Studii I.C.E.M.E.N.E.R.G. București.
6. **Mihăilescu, A.** *Efectele genetice ale unor factori poluanți, efectele biologice ale poluării mediului*, Editura Academiei, 1975.