A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

ASPECTE PRIVIND ANALIZA FENOMENELOR DE POLUARE PRODUSĂ DE MIJLOACELE DE TRANSPORT

Maria-Costina AVĂDANEI, Constantin AVĂDANEI

ASPECTS OF THE ANALYSIS OF NUISANCES OF POLLUTION PRODUCED BY MEANS OF TRANSPORT

The work shall be having some ways of analysis of the chemistry of internal combustion engines of the means of transport. The results obtained allow the assessment variation in time of noise nuisance concentrations in the atmosphere free.

Cuvinte cheie: difuzia gazelor, concentraţie, coeficient de difuzie, gradienţi de concentraţie, nor poluant, elemente finite
Key words: diffusion, gas concentration, diffusion coefficient, the concentration gradients, cloud, finite elements

1. Introducere

Difuzia în gaze se realizează ca urmare a mobilităţii sporite a moleculelor. Dacă gazele A şi B difuzează unul în celălalt, atunci şi fluxurile A şi B difuzează unul în celălalt [1].

Difuzia pură sau moleculară se caracterizează prin diminuarea gradienţilor de concentraţie existenţi în limitele unei faze oarecare şi se produce prin migrarea atomilor sau moleculelor în lipsa curenţilor de convecţie.

2. Consideraţii teoretice privind difuzia fluxurilor de gaze

Dacă fluxul de gaz A difuzează în fluxul de gaz B în sens opus, atunci fluxurile sunt egale şi de sens opus [1], [5]: $J_A = - J_B$.

În acest caz difuzia are loc în regim staţionar, caz în care între două puncte se menţine o diferenţă constantă de concentraţie, fenomenul fiind descris de prima lege a lui Fick [1], [3]:

$$J = \frac{\partial C}{\partial \tau} = -D\frac{\partial C}{\partial x} \qquad [\text{kmoli/m}^2\text{s}] \tag{1}$$

unde J este fluxul de difuzie, D[m^2/s] – coeficientul de difuzie, C – concentraţia substanţei care difuzează, $\frac{\partial C}{\partial x}$ - gradientul de concentraţie

Relaţia (1) se mai poate scrie sub forma:

$$J_A = -J_B = -D_{AB}\frac{dc_A}{dx} = D_{BA}\frac{dc_B}{dx} \tag{2}$$

unde D_{AB}, D_{BA} reprezintă coeficienţii de difuziune masică a gazelor A şi B şi invers, c_A, şi c_B sunt concentraţiile pentru gazele A şi B, în kmoli/m^3, care se calculează cu relaţiile:

$$c_A = \frac{p_A}{RT} \quad ; \quad c_B = \frac{p_B}{RT} \tag{3}$$

Modificarea concentraţiei în timp, adică difuzia are loc în regim nestaţionar, se caracterizează prin variaţia în timp a fluxului de difuzie şi este descrisă de legea a doua a lui Fick, prin ecuaţia diferenţială cu derivate parţiale [1], [3]:

$$J = \frac{\partial C}{\partial \tau} = D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = D\left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2}\right) \tag{4}$$

Soluţia ecuaţiei (4) depinde de condiţiile la limită puse pentru o anumită situaţie. De exemplu, se pot găsi soluţii particulare ale acestei ecuaţii, observând că dacă $c_1(x,\tau)$, $c_2(z,\tau)$, $c_3(x,\tau)$ sunt soluţii ale ecuaţiilor (5) [2]:

$$\frac{\partial^2 c_1}{\partial x^2} = \frac{1}{D}\frac{\partial c_1}{\partial \tau} \; ; \frac{\partial^2 c_2}{\partial y^2} = \frac{1}{D}\frac{\partial c_2}{\partial \tau} \; ; \; \frac{\partial^2 c_3}{\partial z^2} = \frac{1}{D}\frac{\partial c_3}{\partial \tau} \tag{5}$$

atunci $$c(x,y,z,\tau) = c_1(x,\tau)\cdot c_2(y,\tau)\cdot c_3(z,\tau) \tag{6}$$

este o soluţie a ecuaţiei (4).

În cazul simetriei cilindrice $c(r,z,\tau)$, ecuaţia (4) se poate exprima prin forma:

$$\frac{\partial^2 c}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial c}{\partial r}+\frac{\partial^2 c}{\partial z^2}=\frac{1}{D}\frac{\partial c}{\partial \tau} \tag{7}$$

A cărei soluţie este de forma:

$$c(r,z,\tau)=c_1(r,\tau)\cdot c_2(z,\tau) \tag{8}$$

unde $c_1(r,\tau)$ este soluţia ecuaţiei:

$$\frac{\partial^2 c_1}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial c_1}{\partial r}=\frac{1}{D}\frac{\partial c_1}{\partial \tau} \tag{9}$$

iar $c_2(z,\tau)$ o soluţie a ecuaţiei:

$$\frac{\partial^2 c_2}{\partial z^2}=\frac{1}{D}\frac{\partial c_2}{\partial \tau} \tag{10}$$

Pe baza teoriei cinetice a gazelor se demonstrează că pentru interdifuzibiltatea a doi atomi sferici inegali avem [1], [3]:

$$D_{AB}=\frac{K_{AB}}{p_t}\cdot T^{3/2} \tag{11}$$

în care K_{AB} este o constantă independentă de temperatură ce depinde de natura gazelor, $p_t = p_A+p_B$ – presiunea totală a amestecului.

Relaţia (11) se mai poate scrie şi sub forma:

$$D_{AB}=\frac{2}{3}\left(\frac{K_B}{\pi}\right)^3\frac{T^{3/2}}{p_t\cdot d_{AB}^2}\cdot\sqrt{\frac{1}{2M_A}+\frac{1}{2M_B}}\quad\left(\frac{m^2}{s}\right) \tag{12}$$

unde K_B este constanta lui Boltzmann; d_{AB} - diametrul mediu al moleculelor; M_A şi M_B – masele molecular corespunzătoare; p_t – presiunea totală (N/m^2); T – temperatura amestecului [K]; M_A, M_B – masa moleculară [kg/mol]

3. Modelarea difuziei unidimensionale

Ecuaţiei (4) i se ataşează următoarea problemă Cauchy [5], [6]:

$$c(x,\tau)\Big|_{\tau=0}=\begin{cases}c_0 & \text{dacă } x_1<x<x_2\\ 0 & \text{dacă } x<x_1 \text{ şi } x>x_2\end{cases} \tag{13}$$

Soluţia ecuaţei (4) cu condiţia (13), are forma:

$$c(x,\tau)=\frac{C_0}{2D\sqrt{\pi\tau}}\int_{x_1}^{x_2} e^{-\frac{(u-x)^2}{4D^2\tau}}du \tag{14}$$

care devine:

$$c(x,\tau) = \frac{C_0}{2}\left[F\left(\frac{x - x_1}{2D\sqrt{\tau}}\right) - F\left(\frac{x - x_2}{2D\sqrt{\tau}}\right)\right] \tag{15}$$

$$\text{unde} \quad F(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^z e^{-y^2}dy \tag{16}$$

este funcţia Laplace (erfz).

4. Modelarea prin MEF a difuziunii masice radiale, în cazul simetriei cilindrice

Se consideră o sursă ce străbate distanţa de 100 m cu viteza 5 m/s. Concentraţia sursei se consideră egală cu 1. Variaţia concentraţiei la distanţele 0,5 m, 1,86 m, 3,45 m, 5,31 m faţă de direcţia de mişcare a sursei, pentru intervalul de timp 0…..600 s este prezentată în figurile 2, 3, 4 şi 5 [2], [6].

Discretizarea domeniului este prezentată în figura 1.

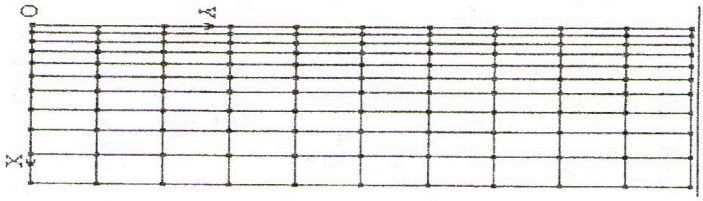

Fig. 1 Discretizarea domeniului studiat

Coeficientul de difuzie D_{AB} se adoptă $0{,}48 \cdot 10^{-4}\ m^2/s$ pentru elementele CO şi aer, obţinut din formula (12).

Modelarea se realizează prin încărcarea succesivă a nodurilor aflate pe direcţia de mişcare a sursei poluante. Pentru aceasta s-au folosit funcţii de timp, cu ajutorul cărora se definesc caracteristicile de mişcare (figura 2, pentru nodul de la x = 0, y = 50 m).

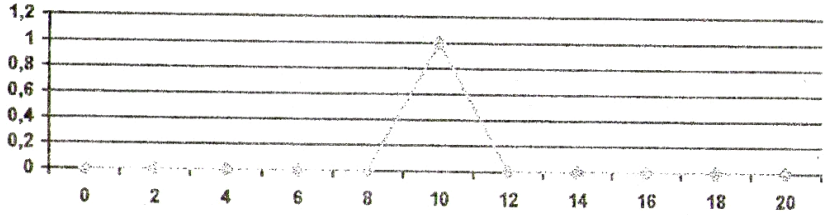

Fig. 2 Definirea caracteristicilor de mişcare

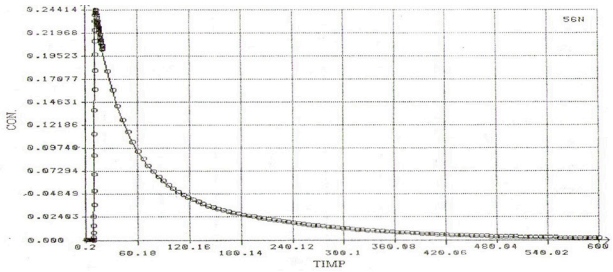

Fig. 3 Variaţia concentraţiei la distanţa de 0,5 m

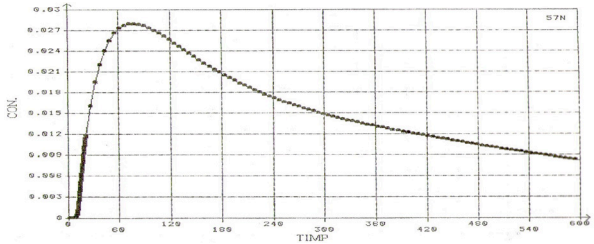

Fig. 4 Variaţia concentraţiei la distanţa de 1,86 m

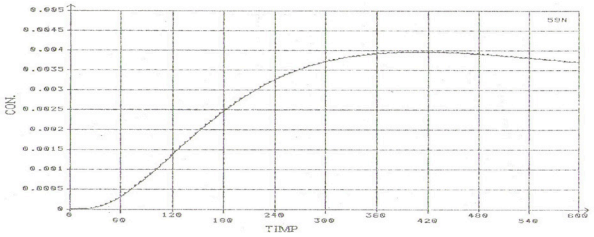

Fig. 5 Variaţia concentraţiei la distanţa de 3,45 m

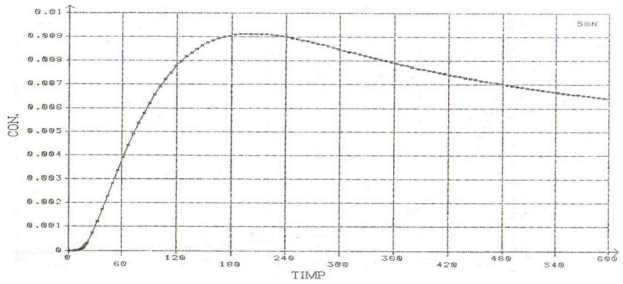

Fig. 6 Variaţia concentraţiei la distanţa de 5,31 m

Dacă se extinde domeniul de studiu la distanţa de 20 m de centrul de difuzie, atunci variaţia concentraţiei în timp, într-un punct va avea forma din figura 7.

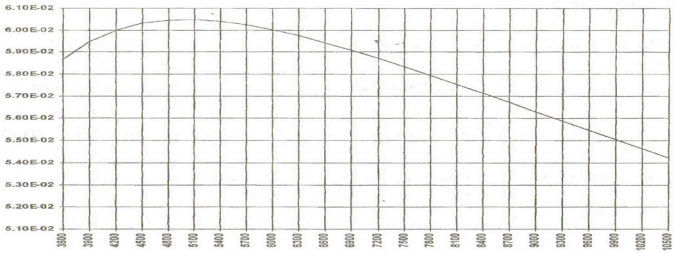

Fig. 7 Variaţia concentraţiei la 20 m

5. Concluzii

■ Algoritmul, programul şi datele numerice prezentate permit studiul variaţiei concentraţiei în timp şi spaţiu în funcţie de valoarea coeficientului de difuzie molecular, concentraţia iniţială şi lăţimea norului poluant.

■ Fenomenul poluării chimice are loc prin emisii de oxid de carbon şi hidrocarburi diverse, nearse.

■ Căile de acţiune pentru combaterea poluării vor avea în vedere procesul de elaborare a combustibilului, cunoaşterea şi perfecţionarea procesului de ardere, perfecţionarea concepţiei şi tehnologiilor de realizare a camerelor de ardere.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bărbulescu, ş.a., *Teoria cineticomoleculară a gazelor*, Editura Ştiiţifică, Bucureşti, 1972.
[2] Ciorănescu, N., *Tratat de matematici speciale*, Editura didactică și pedagogică, Bucureşti, 1963.
[3] Creţu, J.T., *Fizica*, Editura tehnică, București, 1996.
[4] Moţoc, C., *Bazele fizicii clasice*, Editura A.L.L, București, 1994.
[5] Ştefan, Șt., *Mecanica Fluidelor*, Editura Academiei Tehnice Militare, București, 1992.
[6] Ştefănescu, D., ş.a., *Transfer de căldură şi masă*, Editura didactică și pedagogică, Bucureşti, 1983.

Informatician Maria-Costina AVĂDANEI, Cluj-Napoca
Lector Univ. Dr.Ing. Constantin AVĂDANEI
membru AGIR