

CU PRIVIRE LA PERFORMANȚELE TEHNOLOGIILOR IONO-ELECTRONICE DE DEPOLUARE

Conf. univ. dr. Constantin ȚULEANU, Ing. Andrei BÎNZARI,
student Alexandru ȚULEANU
Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat: *Lucrarea își propune ca scop să aducă în evidență specialistului din domeniu, performanțele care pot fi atinse prin aplicarea procedeele electrice de depoluare, în particular prin aplicarea câmpurilor electrice neomogene de tensiune înaltă, generate de electrozi de emisie cu proeminență, precum și importanța cunoașterii rolului componentelor unei curgeri turbulente sub acțiunea forțelor electrice exterioare și prioritatea lor la realizarea depoluării reziduurilor din mediile gazoase.*

Cuvinte cheie: *Cîmp electric, vînt electric, proeminență, neomogen, depoluare, electrozi de emisie, aerosol, liosol.*

Grație faptului că cea mai mare parte a timpului, aproximativ 90%, omul îl petrece la interior, căutarea soluțiilor adecvate de purificare a aerului interior, în deosebi pentru spații de locuit cu grad ridicat de etanșare, devine, în condițiile creșterii permanente a cerințelor față de confortul ambiantal, o problemă nu numai că actuală dar și de o importanță vitală.

Din aceste considerente, problema separării prafului, combaterii microbilor și microorganismelor din astfel de spații, rămâne în rațiunea specialistului, un deziderat actual aflat într-o permanentă perfectare și modernizare, atât din punct de vedere al procedeele cât și al instalațiilor pentru realizarea acestora.

Performanțele dorite pot fi obținute prin aplicarea tehnologiilor iono-electronice, bazate pe fenomenele polarizării materialelor de orice natură, mărime și structură chimică sub acțiunea câmpurilor electrice de tensiune înaltă.

Studiul cineticii depoluării electrice a gazelor au demonstrat prioritatea acestor procedee în condițiile creșterii exigențelor față de puritatea mediului.

În prezenta lucrare se încearcă de a focusa atenția specialiștilor din domeniu asupra performanțelor care pot fi atinse prin aplicarea acestor tehnologii.

Pentru studiu de caz, s-a examinat problema separării prafului din aerul încăperii într-o instalație de purificare iono-electronică realizată sub forma unui canal plan, conceptul constructiv al căreia este prezentat în figura 1.

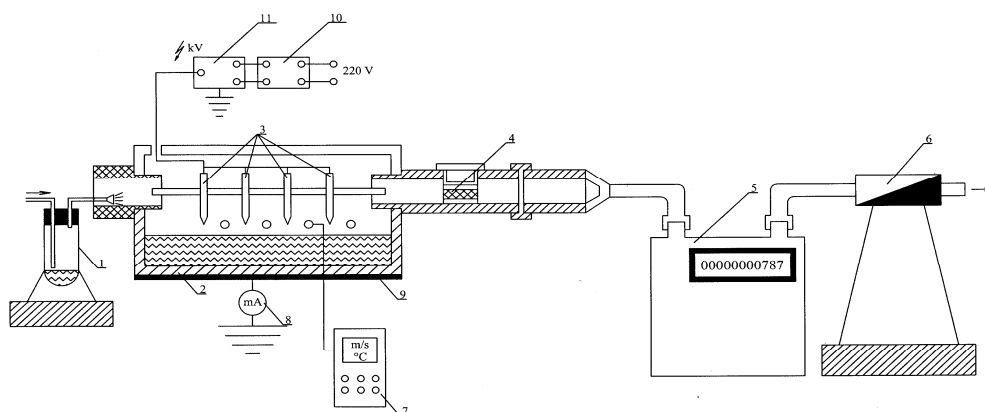


Fig. 1. Schema instalației experimentale de separare a prafului din aer.

1 – dispozitiv de injectare a prafului; 2 – model de filtru electric; 3 – electrozi de emisie cu proeminență; 4 – filtru absolut; 5 – debitmetru; 6 – aspirator; 7 – termo-anemometru digital; 8 – microampermetru; 9 – electrod de depunere; 10 – variator de tensiune; 11 – transformator de tensiune înaltă.

Mecanismul procedeele și modelul fizic de realizare a lui, care prevede existența într-un câmp electric de tensiune înaltă (generat de doi electrozi, unul de emisie cu proeminență și altul de depunere plan), a două

medii dielectrice, unul gazoas – *aerosol* și altul lichid – *liosol*, dispuse într-un spațiu limitat (incintă dreptunghiulară dielectrică), este prezentat în figura 2.

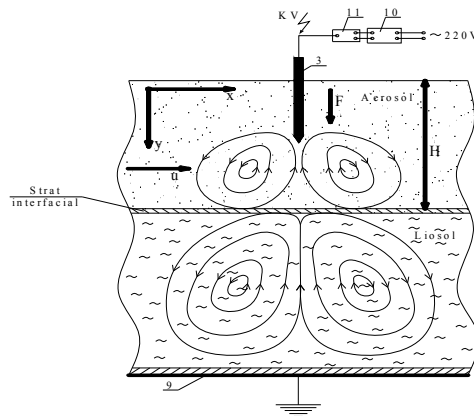


Fig. 2. Modelul fizic și aspectul mecanismului aplicat în conceptul prezentat al instalației iono-electronice de depunere a aerului ventilat din încăperi cu grad sporit de etanșare.

Vom remarca că la o astfel de organizare a procesului de separare, specialistului din domeniu îi revine obligațiunea de a soluționa problema separării reziduurilor dintr-un flux turbulent de aer sub acțiunea unui câmp de forțe exterioare (în cazul dat de natură electrică), generate de un câmp electric neomogen de tensiune înaltă.

În astfel de circumstanțe, la realizarea procedurii intervin două particularități specifice:

- Prima fiind condiționată de neomogenitatea câmpului electric aplicat și a neomogenității caracteristicilor electrofizice a mediilor coexistente, fenomene care conduc la formarea zonelor electroconvective (turbulențe locale), grație cărora sporește esențial coeficientul de difuzie turbulentă.
- În câmp electric neomogen $\text{div}F = \text{div}(qE) > 0$ concentrația particulelor pe direcția traiectoriei de mișcare a lor va scădea, ceea ce va conduce la micșorarea concentrației particulelor la limita electrodului (suprafeței) de depunere și evident la o distribuție mai uniformă a particulelor pe secțiunea canalului).

Fluxul de particule care se transportă printr-o unitate de suprafață în ipoteza unei mișcări fără inerție va fi egal:

$$\dot{O} = N(BF + u) - D_t \text{grad}N \quad (1)$$

Ecuția de continuitate a fluxului pentru cazul precăutat de curgere se va scrie sub forma:

$$\frac{\partial N}{\partial t} = \text{div}(BFN) + \text{div}(uN) - \text{div}(D_t \text{grad}N) \quad (2)$$

Dacă vom considera că procesul de depunere este staționar ($\frac{\partial N}{\partial t} = 0$) iar transferul convectiv în direcția axei x cu viteza u esențial îl depășește pe cel difuziv, relația (2) poate fi scrisă sub forma:

$$-u \frac{\partial N}{\partial x} = BF \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial y} \left(D_t \frac{\partial N}{\partial y} \right) \quad (3)$$

Putem ușor constata că relația (3) în totalitate este analogică cu ecuația procesului nestaționar unidimensional de depunere:

$$-k_u \frac{\partial N}{\partial t} = BF \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial y} \left(D_t \frac{\partial N}{\partial y} \right) \quad (4)$$

în care: $t = x / u^m$ iar $k_u = u / u^m$

Pentru ecuația dată vom adopta următoarea condiție inițială $N_{t=0} = 0$.

Luând în considerație că, la limita peretelui canalului diametral opus celui de depunere, coeficientului de difuzie devine egal cu zero, iar forța exterioară (în cazul dat cea electrică) acționează de la peretele canalului spre suprafața de depunere (vezi figura 2), obținem prima condiție de frontieră $N_{y=0} = 0$.

A doua condiție de frontieră, pentru $y = H$ și în considerația că parametrii $D_t = 0$ și $k_u = 0$, se obține din relația (4) - $\left(\frac{\partial N}{\partial y}\right)_{y=H} = 0$.

Prin trecerea la unitățile relative: $y' = y/H$; $t' = t/t_0$ ($t_0 = H/BF$); $D_t' = D_t/D_0$ și notând $\mu_0 = BFH/D_0$, unde D_0 este coeficientul de difuzie turbulentă la axa fluxului, din (4) se obține:

$$-k_u \frac{\partial N'}{\partial t'} = \frac{\partial N'}{\partial y'} - \left(\frac{1}{\mu_0}\right) \frac{\partial}{\partial y'} \left(\frac{D_t' \partial N'}{\partial y'}\right) \quad (5)$$

Putem constata că, rezolvarea relației obținute, pentru o legitate prestabilită de modificare a coeficientului de difuzie și a vitezei fluxului de aer, pe secțiunea canalului, depinde numai de unicul parametru μ_0 , indice, care caracterizează raportul vitezei orientate de mișcare BF către viteza de deplasare sub influența difuziei turbulente.

Estimările analitice pe baza relației (5), demonstrează că la păstrarea constantă a parametrului μ_0 , modificarea legității de distribuție a coeficientului de difuzie D_t' (condiționată de modificarea numărului Re), practic nu influențează rezultatele. De aceea devine evident că μ_0 reprezintă unicul parametru care determină în esență procesul de depunere.

Estimativ prin calcule s-a stabilit că, pentru limitele de variație a acestui parametru cuprinse în intervalul ($1 \leq \mu_0 \leq 100$), se cere de luat în considerație la depunere (depoluare), influența simultană atât a difuziei cât și a mișcării orientate.

Pornind de la considerațiile teoretice aduse cu referință la parametrul adimensional μ_0 , care după cum s-a specificat anterior, reprezintă indicele determinant al depunerii reziduurilor din mediile gazoase, la curgerea turbulentă sub acțiunea unor forțe exterioare (cum sunt cele electrice la aplicarea tehnologiilor iono-electronice), în continuare studiul s-a axat pe estimarea acestui parametru la aplicarea conceptului de instalație de depoluare (figura 1) în care pentru depunerea particulelor (reziduurilor) se utilizează mecanismul prezentat în figura 2. Vom remarca, că din punct de vedere practic, pentru un specialist din domeniu, prezintă interes intervalul de valori a parametrului μ_0 la care se poate aștepta, prin aplicarea unui astfel de mecanism de depunere, constatare care ar aduce în evidență prioritățile componentelor mișcării, necesare de a fi luate în considerație la realizarea unui dispozitiv de depunere conceput pe baza aplicării câmpurilor electrice neomogene de tensiune înaltă.

Luând în considerație construcția spațiului activ de depunere (care reprezintă un canal cu lungimea de 50 cm, lățimea 10 cm și înălțimea 5,5 cm, în care sunt amplasați 19 electrozi tubulari de emisie cu proeminență și o suprafață de depunere reprezentată de stratul interfacial a unui liosol) și aspectul mecanismului din acest spațiu, valoarea parametrul μ_0 s-a determinat cu formula:

$$\mu_0 = \frac{B_q F H E_m}{D_0} \quad (6)$$

Coeficientul de difuzie turbulentă s-a estimat aplicând următoarea relație empirică din [1]:

$$D_0 \approx (0,003 \div 0,0042) u_m H \quad (7)$$

Forța electrică F_q creată de câmpul electric exterior, pentru sistema „ac-plan”, a fost determinată pe cale experimentală prin dinamometrare, folosindu-se instalația experimentală prezentată în [2], variindu-se intensitatea câmpului electric aplicat: $E_m = 2,25 \text{ kV/cm}$; $E_m = 3,0 \text{ kV/cm}$; $E_m = 3,75 \text{ kV/cm}$, obținându-se astfel la limita proeminenței (vîrfului) electrodului, următoarele valori corespunzătoare a forței $F_q = 0,2; 0,4; 0,6 \text{ mN}$.

Calculurile estimative efectuate cu relația (6), pentru condițiile prezentate de intensitate a câmpului electric și valorile corespunzătoare obținute a forței electrice, la o viteză medie a aerului din spațiul activ de depunere a instalației $u_m = 170 \text{ cm/s}$, ne conduc la următoarele rezultate (vezi tabelul 1).

Tabelul 1

Rezultatele calculului estimativ a valorilor parametrului μ_0

	Intensitatea medie a câmpului electric aplicat $E_m, kV/cm$					
	2,25		3,0		3,75	
	Finețea particulelor poluante $d, \mu m$					
	80	0,3	80	0,3	80	0,3
B_q	80	1,5	90	1,75	100	1,9
F_q	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6
D_0	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
μ_0	58,77	1,102	176,33	3,43	367,35	6,88

Notă: Calculele efectuate justifică necesitatea luării în considerație, la organizarea depoluării aerului ventilat în instalații concepute prin aplicarea tehnologiilor iono-electronice, a influenței atât a difuziei cât și a mișcării orientate.

Rezultatele la care ne conduc cercetările experimentale privind eficiența de purificare a aerului poluat cu prafuri monodisperse, prin aplicarea conceptului de dispozitive propus, sunt prezentate în figura 3.

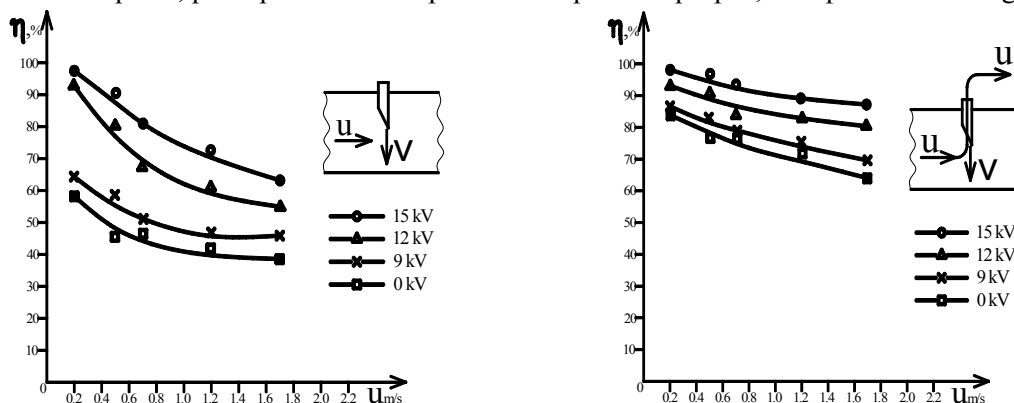


Fig. 3. Eficiența de separare a prafului monodispers din aerul ventilat pentru două regimuri distincte de direcționare în instalația de depoluare a fluxului de aer.

Din dependențele prezentate se poate ușor observa că, eficiența de separare la direcționarea fluxului de aer prin tubulatura electrozilor de emisie (în contracurent direcției « *vîntului electric* ») sporește cu aproximativ 20%. Efectul intervenit este condiționat de creșterea densității curentului în secțiunea de intrare a tubulaturii electrozilor, iar în consecință și a sarcinii electrice obținută de particulele de poluant.

Din considerațiile prezentate se desprind următoarele concluzii:

1. La soluționarea problemelor legate de depunerea particulelor cu grade de finețe cuprinse în limitele $0,3 \div 80 \mu m$, dintr-un mediu gazos influențat de curgeri turbulente, specialistul din domeniu trebuie obligatoriu să ia în considerație atât componenta turbulentă cât și cea de mișcare orientată a particulelor.

2. Creșterea eficienței de depunere, în cazul direcționării fluxului de aer prin secțiunea tubulaturii electrozilor de emisie, trebuie să focuseze mai judicios atenția specialistului din domeniu, spre perfectarea conceptului constructiv al instalației de depoluare.

Bibliografie.

1. И.П.Верещагин и др. *Основы электрогазодинамики дисперсных систем.*, Москва 1974 г.
2. С. Țuleanu, S. Țuleanu. *Cu privire la rolul fenomenelor de electrostricțiune în procesele de purificare iono-electronică a mediilor gazoase.* BUILDING SERVICES AND AMBIENTAL COMFORT. International Conference 20-TH EDITION. Timișoara Romania 2011. p. 542-549.
3. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. *Электродинамика сплошных сред. Серия: Теоретическая физика.* Т.. Москва. Наука, 1982.