

SOLUȚII CONCEPTUALE PRIVIND COMBATEREA POLUĂRII DE NATURĂ TEHNOGENĂ

Conf. univ. dr. Constantin ȚULEANU
ing. mr. Sergiu ȚULEANU
ing. Alexandr ȚULEANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

ABSTRACT

The paper presents the results of an experimental study, on separation efficiency of dust in the ambient air ventilated, by application of electric separators supplied with alternating current high voltage. Within the framework of the research opted for highlighting the influence of electrode emission location in relation to deposit electrode, of the separation efficiency of multiple scattered environments in the ambient air ventilated.

1. Introducere

Cea mai mare parte a timpului, aproximativ 90%, omul îl petrece la interior, din aceste considerente 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 ambiental, 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 procedeelor 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.

În condițiile civilizației moderne, ca o consecință a activității tehnogene umane necugetate, în zonele de activitate a omului (în orașe, localități, încăperi industriale și rezidențiale), s-a format și se menține deficitul aeroionic al compoziției aerului. Dacă în contrastul funcționării aparatelor de uz casnic, televizoarelor, computerelor etc., nu se vor întreprinde măsuri speciale și nu se vor utiliza aparate moderne, care să ajute eficient la normalizarea sau apropierea indicilor calității aerului de valorile naturale, acestea vor duce la disfuncția

organelor și sistemelor organismului uman, degradarea funcționării lor și numeroase boli, îmbătrânire prematură.

Armonia naturală a stării electrice a atmosferei este tulburată de activitatea numeroaselor dispozitive și aparate industriale și de uz casnic. Situația este agravată de poluarea secundară a aerului datorită prezenței ionilor pozitivi care atrag și mențin particulele de praf, funingine, condensatul de vapori de apă, în care sunt dizolvate substanțe nocive volatile – produse ale activității industriei, industriei de construcții și altor domenii de activitate tehnogenă a omului.

Cel mai mult de toate, aerul încăperilor în care își desfășoară activitatea omul este poluat cu praf. Aparatul respirator al unui adult lasă să treacă pe zi aproximativ 20 000 de litri de aer. În țesutul pulmonar pătrund și se rețin cu precădere particulele de praf cu diametru de 1-2 micrometri și mai puțin de 5 micrometri. Particulele mai mici de 0,1 micrometri pătrund în alveolele plămânilor, dar cea mai mare parte dintre acestea nu se depun în organele respiratorii, ci sunt eliminate cu aerul expirat. Particulele mai mari de 5 micrometri se rețin în căile respiratorii superioare și organele lor, cauzând rinite și bronșite.

Particulele de praf nu sunt unicele suplimente nedorite ale aerului necesar pentru activitatea vitală a organismului uman. Există așa numită contaminare microbiologică – microbii, ființe primare vii, majoritatea fiind formate dintr-o singură celulă. La cea mai mică adiere în aer se ridică nu numai praful dar și virușii și bacteriile.

Printre poluanții din interiorul habitatului se regăsește și fumul de țigară, care poate fi privit sub două aspecte: tabagism activ (inhalarea sa de către fumători) și tabagism pasiv (inhalarea sa de către nefumători). Efectele sale asupra nefumătorilor au făcut obiectul a numeroase studii epidemiologice, care au permis evidențierea câtorva efecte nocive asupra sănătății: iritația ochilor, afecțiuni respiratorii și cardiace, cancer pulmonar. Aceste efecte sunt datorate compușilor nocivi eliberați de fumul de țigară, cum ar fi: acroleina, nicotona, gudronii și CO (monooxid de carbon).

Pentru combaterea poluanților nominalizați și asigurarea unei atmosfere pure și durabile a habitatului, din șirul tehnologiilor moderne de purificare, savanții evidențiază ca cele mai eficiente din ele următoarele două - folosirea ozonului și ionizarea habitatului, la baza ambelor fiind puse tehnologiile iono-electronice.

Luând în considerație complexitatea poluanților din încăperile cu grad sporit de etanșare, devine clară și evidentă imposibilitatea obținerii unei purificări perfecte a aerului prin aplicarea separată a tehnologiilor nominalizate.

Performanțe dorite pot fi atinse doar prin conceperea și realizarea instalațiilor de purificare pe baza metodelor mixte de depoluare. Unele perspective în problema sporirii eficienței de purificare, pot fi atinse prin studierea și valorificarea mai profundă a tehnologiilor iono-electronice de purificare.

În prezenta lucrare se încearcă de a înainta unele idei provocatoare, având ca scop soluționarea prin aplicarea tehnologiilor iono-electronice a unora din problemele generate de activitatea tehnogenă umană, cu care se vor confruntă în condițiile mileniului trei generațiile prezente și viitoare.

2. Conceptul instalației experimentale, mecanismul procedurii și metodologia cercetării.

Pentru a răspunde eficient, necesităților actuale a habitatului și provocărilor intervenite ca rezultat al satisfacerii necesităților civilizației moderne, în cadrul studiilor doctorale, la catedra „Alimentări cu căldură și gaze, ventilație” a Universității Tehnice a Moldovei, s-a inițiat un ciclu de investigații, având ca scop valorificarea tehnologiilor iono-electronice, pentru obținerea unei purificări perfecte a aerului ventilat din încăperi cu grad sporit de etanșare. În cadrul investigațiilor, pentru soluționarea adecvată a obiectivelor urmărite, s-a optat pentru două concepții de instalații de purificare, având la bază procedee de depoluare diferite.

Pentru ambele concepții, s-au folosit câmpuri electrice alternative de tensiune înaltă. În cadrul primului concept, s-a optat pentru existența în spațiul activ al modelului de filtru a unui sistem bifazic „*aerosol – liosol*”, plasat într-un sistem alcătuit din electrozi de emisie cu proeminență și un electrod de depunere plan, despărțiți de un ecran cu orificii de diafragmare. Al doilea concept, prevede un sistem de electrozi de emisie cu proeminență și un electrod plan de depunere neizolat, în lipsa stratului de liosol, dar cu amplasarea în spațiul activ dintre electrozi a ecranului cu orificii de diafragmare. Realizarea conceptuală a celor două modele de filtre investigate este prezentată în figura 1.

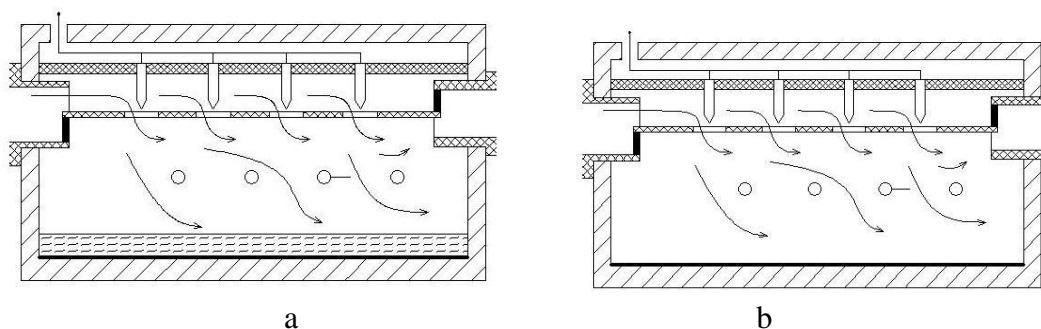


Figura 1. Concepte de realizare a spațiului activ de purificare
a – concept cu strat de lichid dielectric; b – concept fără strat de lichid dielectric

Rezultatele investigațiilor privind separarea prafului din aer, la echiparea spațiului activ al instalației de purificare, cu un sistem de electrozi proeminenți de emisie și un electrod plan de depunere neizolat au fost publicate în [2].

Cercetările experimentale cu aplicarea conceptului nominalizat de filtru s-au efectuat la instalația experimentală de laborator prezentată în figura 2.

Instalația experimentală, a fost concepută astfel pentru a fi posibilă demontarea rapidă și schimbarea conceptului de filtru investigat, precum și modelarea regimului curgerii aerului impurificat, supus depoluării, prin spațiul activ de separare a filtrului, în raport cu direcția forțelor exterioare a câmpului electric „vântului electric”, creat de electrozii de emisie.

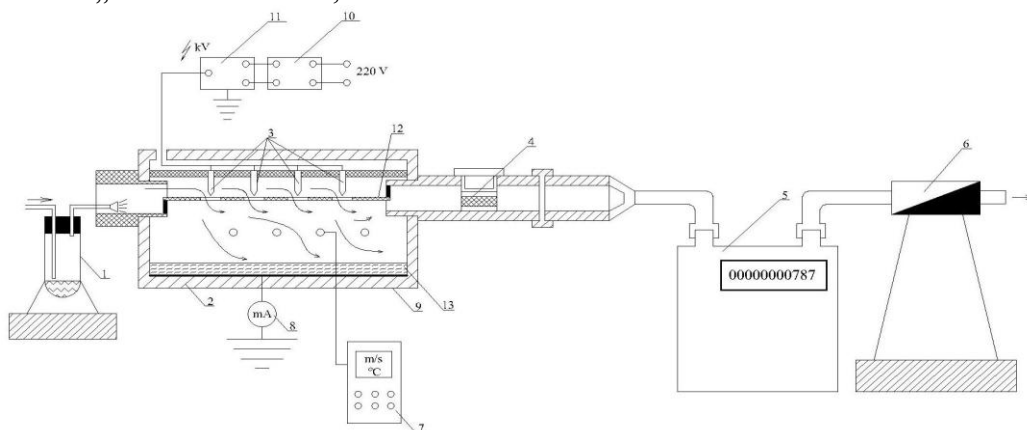


Figura 2. Schema instalației experimentale de separare a prafului din aer

1 – dispozitiv de injectare a prafului; 2 – model de filtru electric; 3 – electrozii 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; 12 – ecran cu orificii de diafragmare.

În procesul de simulare s-au examinat două regimuri distincte de curgere a aerului ventilat impurificat prin spațiul activ al filtrului (figura 3), în raport cu direcția „vântului electric” creat de electrozii proeminenți de emisie: **echicurent și contracurent**.

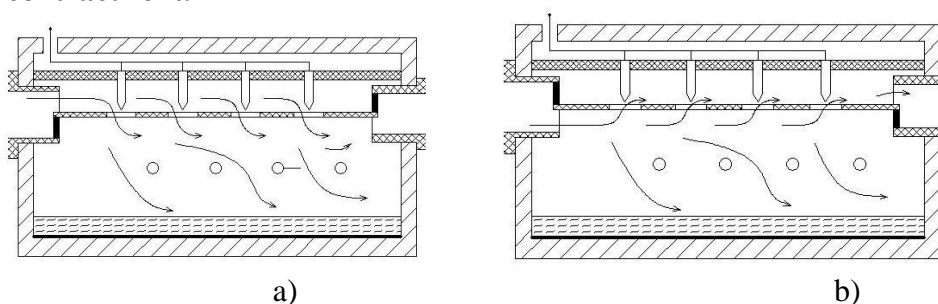


Figura 3. Scheme de organizare a curgerii aerului ventilat supus purificării prin spațiul activ al modelului de filtru

a) Regim echicurent de curgere b) Regim contracurent de curgere

Pentru a scoate în evidență influența parametrilor de regim asupra eficienței de purificare s-au modificat: tensiunea U , kV aplicată electrozilor de

emisie, viteza curgerii aerului prin spațiul activ al filtrului, distanța dintre electrozii de emisie și electrodul de depunere, concentrația de praf din aerul supus separării și diametrul orificiilor de diafragmare.

Modelul de filtru experimentat reprezintă o construcție dreptunghiulară din sticlă dielectrică organică (2) având lungimea $L = 50$ cm, lățimea $B = 11,5$ cm și înălțimea $H = 17$ cm. Spațiul activ al filtrului este echipat cu 19 electrozi proeminenți de emisie de tip vârf (3), având lungimea de 1,5 cm, amplasați pe o placă din sticlă organică în șah cu un pas de 3,5 cm.

Într-un astfel de sistem, grație efectelor de electrizare și polarizare a mediilor, în spațiul activ dintre electrozi se stabilește o mișcare electroconvectivă simultană a fazei dispersate și de dispersie, condiționată de permitivitatea și electroconductivitatea neomogenă a fazelor.

Particulele de praf din aer în rezultatul interacțiunii cu ionii arcului electric, format de electrozii de emisie, se electrizează de același semn. Ciocnirea ionilor de gaz cu particulele de praf se produce în rezultatul mișcării electrice și termice, fenomene ce decurg simultan și care depind de dimensiunile particulelor.

Electrizarea particulelor de praf în baza mișcării electrice a ionilor depinde de intensitatea câmpului electric, aria suprafeței particulelor, proprietățile lor dielectrice și durata de aflare a particulei în câmp.

Electrizarea particulelor de praf în baza mișcării termice a ionilor nu depinde de intensitatea câmpului electric, dar depinde de dimensiunea particulelor, tipul și temperatura mediului gazos precum și durata de aflare a particulei în zona activă a instalației.

Câmpul de viteze din spațiul activ al filtrului se măsoară cu ajutorul termoanemometrului digital (7), având plaja de măsurare de la 0,2 până la 20 m/s, precizia $\delta = \pm 3$ %. Debitul de aer supus separării se măsoară cu ajutorul unui contor cu membrane deformabile (5) având plaja de măsurare $Q_{\min.} = 0,1$ m³/h - $Q_{\max.} = 16$ m³/h.

Cantitatea de praf intrată și ieșită din modelul de filtru s-a determinat prin cântărirea dispozitivului de dozare din amonte și a filtrului absolut din aval, la începutul și sfârșitul fiecărei experiențe folosind cântarul analitic VLA-200M cu o precizie de 0,001 mg. Electrozii de emisie se alimentează de la o sursă de curent înalt alcătuită dintr-un transformator de înaltă tensiune, un variator de curent și un chilovoltmetru pentru măsurarea tensiunii de alimentare a electrozilor de emisie. Eficiența de separare a modelului de filtru s-a investigat pentru diverse debite de aer furnizate prin spațiul activ al modelului de filtru, variindu-se tensiunea furnizată electrozilor de emisie în plaja $U = 0 \dots 15$ kV.

Ca mediu de dispersie a fost folosit praf natural polidispers aspirat din încăperi locative și obștești cu o finețe de $\leq 80 \mu m$, cernut printr-o sita standardizată având dimensiunea ochiurilor 0,08 x 0,08 mm.

3. Rezultate, analiza rezultatelor

În scopul omiterii dezavantajelor caracteristice câmpurilor electrice alternative, condiționate de schimbarea spectaculoasă a direcției de mișcare a particulelor poluante în astfel de câmpuri, în cadrul ciclului de investigații efectuate în prezenta lucrări, s-a optat pentru cercetarea eficienței de separare a prafului din aerul ventilat, în condițiile unui concept care prevede, despărțirea zonei electrozilor de emisie de cea a electrodului de depunere, prin instalarea în spațiul activ al filtrului a unui ecran cu orificii de diafragmare și prezența pe electrodul de depunere a unui strat de lichid dielectric decontaminator.

O astfel de soluție, permite de a ridica densitatea curentului din secțiunile orificiilor de diafragmare, prin care este direcționat fluxul de aer impurificat și de a o reduce la limita electrodului de depunere. Deoarece densitatea curentului influențează mărimea sarcinii electrice captate de particulele poluante, în astfel de circumstanțe, se poate aștepta la o intensificare esențială a fenomenelor de electrizare și polarizare a particulelor poluante, la trecerea prin secțiunea orificiilor de diafragmare, ceea ce va condiționa o creștere evidentă a eficienței de depoluare.

Stratul de lichid dielectric, prezent pe electrodul de depunere, condiționează pe de o parte reducerea consumului de energie, iar pe de altă parte exclude, posibilitatea antrenării particulelor captate pe electrodul de depunere, la creșterea rezistenței electrice a acestuia. Într-un astfel de concept de realizare a spațiului activ al instalației de purificare se exclude simultan și pericolul străpungerii de către arcul electric a spațiului dintre electrozi, efect nedorit care poate conduce la inflamarea stratului de praf captat pe electrodul de depunere.

În cadrul ciclului de cercetări experimentale efectuate, s-au folosit ecrane cu orificii de diafragmare având diametrul de 5 și respectiv 10 mm, iar simulările s-au realizat pentru viteze de 0,7 și 1,6 m/s, modificând simultan și distanța dintre electrozii de emisie și cel de depunere în intervalul de la 35 la 100 mm.

Remarcăm, că modul de direcționare a fluxului de aer ventilat prin spațiul activ al filtrului, conceptul și distanța de amplasare a electrozilor de emisie în raport cu electrodul de depunere, influențează esențial eficiența filtrului. Important în aceste circumstanțe este nu numai asigurarea densităților înalte a curenților arcului electric dar și repartizarea relativ uniformă a acestora pe suprafața electrodului de depunere. Un avantaj deosebit din punct de vedere al purificării perfecte a aerului în astfel de instalații, ține de formarea în spațiul activ al filtrului sub acțiunea arcului electric a ozonului, care cu certitudine contribuie la decontaminarea aerului de agenții patogenici conținuți în el.

Din punct de vedere practic, o importanță esențială o are optimizarea distanței dintre electrozii de emisie și electrodul de depunere, pentru diferite diametre ale orificiilor de diafragmare și modul de amplasare în raport cu acestea a electrozilor de emisie.

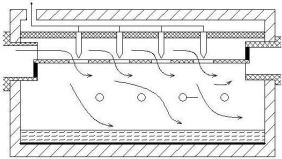
În acest scop, în cadrul investigațiilor s-au efectuat simulări experimentale, modificând poziția de amplasare a electrodului de depunere în raport cu vârful electrozilor de emisie și diametrele orificiilor de diafragmare.

Investigațiile s-au efectuat pentru cele două regimuri nominalizate de curgere a aerului supus depoluării prin spațiul activ, la viteze de 0,7 și 1,6 m/s modificând tensiunea de alimentare a electrozilor de emisie în plaja $U = 9 \div 15kV$. Rezultatele simulărilor efectuate pentru diverse concepții de realizare a spațiului activ dintre electrozi, sunt prezentate în tabelul 1 (a și b)

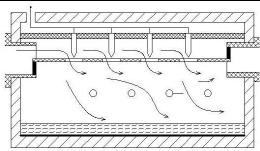
Tabelul 1

Eficiența de separare a prafului din aerul ventilat, în câmp electric neomogen alternativ, pentru diverse concepții de realizare a spațiului activ dintre electrozi

a) - spațiu activ echipat cu ecran de diafragmare având diametrul orificiilor de diafragmare $D_{orif.} = 10mm$

Conceptul realizării sistemului de electrozi	v, m/s	H, mm	h, mm	D ₁ , mm	D ₂ , mm	Eficiența de separare în %, funcție de U aplicată electrozilor de emisie în kV și regimul de curgere					
						Regim echicurent			Regim contracurent		
						9 kV	12 kV	15 kV	9 kV	12 kV	15 kV
	1,6	100	-	10	-	68,05	67,18	65,67	69,61	74,24	78,11
	0,7					77,95	73,77	75,46	72,69	75,86	82,5
	1,6	70	-	10	-	71,79	65,24	70,99	65,75	73,59	76,23
	0,7					80,77	78,61	84,57	80,93	84,47	90,06
	1,6					84,41	83,86	88,02	79,05	85,86	91,98
	0,7	35	-	10	-	89,6	89,26	96,84	90,72	96,49	98,05

b) - spațiu activ echipat cu ecran de diafragmare având diametrul orificiilor de diafragmare $D_{orif.} = 5mm$

Conceptul realizării sistemului de electrozi	v, m/s	H, mm	h, mm	D ₁ , mm	D ₂ , mm	Eficiența de separare în %, funcție de U aplicată electrozilor de emisie în kV și regimul de curgere					
						Regim echicurent			Regim contracurent		
						9 kV	12 kV	15 kV	9 kV	12 kV	15 kV
	1,6	100	-	5	-	85,59	81,56	84,1	71,74	80,65	82,01
	0,7					80,18	80,61	82,68	77,83	80,65	86,15
	1,6	70	-	5	-	80,55	79,65	82,47	70,66	76,42	78,76
	0,7					84,35	86,47	88,38	86,46	91,27	91,36
	1,6					88,16	92,38	93,49	82,07	87,26	86,93
	0,7	35	-	5	-	90,96	91,2	99,9	93,01	95,09	93,00

4. Concluzii

Analizând rezultatele cercetărilor experimentale efectuate, putem concluziona că eficiențele cele mai înalte de separare se pot obține la viteze a fluxului de aer din spațiul activ al filtrului sub $v \leq 0,7m/s$, asigurând tensiunea de alimentare a electrozilor de emisie în plaja $U = 9 \div 15kV$.

Aplicarea conceptului de instalații de purificare, spațiul activ al cărora fiind reprezentat printr-un sistem de electroză proeminenți de emisie (tip ac) și de depunere plan, acoperit cu un strat de lichid dielectric decontaminator, poate asigura o reducere a consumului de energie pentru realizarea procesului de purificare de circa 4 ori, în raport cu conceptul instalațiilor de purificare, spațiul activ al cărora fiind realizate fără strat de lichid dielectric

Privitor la conceptul de realizare a spațiului activ dintre electrozi, specialistului din domeniu, în scopul asigurării performanțelor dorite de depoluare i se recomandă de a opta după caz pentru una din soluțiile:

- asigurarea regimului contracurent de curgere, spațiul activ al instalației fiind echipat cu un ecran având diametrele orificiilor de diafragmare 5 sau 10 mm, electrodul de depunere fiind electroneizolat cu un strat de lichid dielectric decontaminator, iar distanța dintre electrozii de emisie și electrodul de depunere aflată în plaja $H = 35 \div 70mm$;

- asigurarea regimului echicurent de curgere, spațiul activ al instalației fiind echipat cu un ecran având diametrele orificiilor de diafragmare 5 sau 10 mm, electrodul de depunere fiind electroneizolat cu un strat de lichid dielectric decontaminator, iar distanța dintre electrozii de emisie și electrodul de depunere aflată în plaja $H = 35 \div 70mm$;

Bibliografie:

1. **И.П.Верещагин** и др. Основы электрогазодинамики дисперсных систем. Ст. 125-130. Москва, 1974 г.
2. **С. Țuleanu, S. Țuleanu, A. Bînzari, A. Țuleanu**. Cercetări privind purificarea aerului ventilat cu aplicarea câmpurilor electrice alternative de tensiune înaltă. A 48-a conferință națională de instalații INSTALAȚII PENTRU ÎNCEPUTUL MILENIULUI TREI. Volumul II. Sinaia, Romania 2013. p. 423-430.
3. **Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц**. Электродинамика сплошных сред. Серия: Теоретическая физика. Т. 8. Москва, «Наука», 1982.
4. **В. Н. Ужов и др.** Очистка промышленных газов от пыли. Москва, «Химия», 1981.
5. **Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц**. Гидродинамика сплошных сред. Серия: Теоретическая физика. Т. 6. Москва. Наука, 1986.
6. **М. К. Болога, В. П. Коровкин, И. К. Савин**. Двухфазные системы жидкость-пар в электрическом поле. Кишинев «ШТИИИИЦА» 1992.