



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2016

EFICIENȚA DE COLECTARE A ELECTROFILTELOR INDUSTRIALE ÎN FUNCȚIE DE STRATURILE DE PRAF DE PE SUPRAFĂȚELE COLECTOARE partea a II-a

Gabriel Nicolae POPA, Iosif POPA, Corina Maria DINIȘ, Angela IAGĂR

COLLECTION EFFICIENCY OF INDUSTRIAL PRECIPITATORS DEPENDING ON POWDER LAYERS ON COLLECTING SURFACES – Part II

When treating large gas flows, industrial precipitators are the most common in the industry. For a precipitator with three sections (from a thermal power plant), the article presents, through simulation (based on real electrical and technological parameters of a precipitator) collection efficiency, penetration of dust particles and migration's velocity depending on thickness of powder layers on collecting surface.

Keywords: electrostatic precipitators, dust, speed migration, collection efficiency

Cuvinte cheie: electrofiltre, particule de praf, viteza de migrație, eficiența de colectare

6. Simulări cu straturi de prafuri de grosimi diferite pe câmpuri

În continuare, sunt prezentate simulări realizate cu programul ESPVI 4.0 pentru eficiența de colectare, gradul de penetrare al particulelor de praf și viteza de migrație, pentru un electrofiltru cu trei câmpuri (de la o termocentrală) în condițiile în care straturile de praf au

grosime diferită în câmpuri [6-10]. Tabelul 6 - Performanțele electrofiltrului când grosimea straturilor de praf este diferită pe câmpuri când diametrul mediu al particulelor de praf este 16 μm – simulări.

Tabelul 6

Nr. crt.	Câmp	Grosime strat praf [mm]	Rezistivitate [Ω·m] 1,7·10 ⁶		Rezistivitate [Ω·m] 1,7·10 ⁸		Rezistivitate [Ω·m] 1,7·10 ¹⁰	
			Eficiența de colectare cu scuturare [%]	Eficiența de colectare fără scuturare [%]	Eficiența de colectare cu scuturare [%]	Eficiența de colectare fără scuturare [%]	Eficiența de colectare cu scuturare [%]	Eficiența de colectare fără scuturare [%]
1	1	1	98,99	99,74	98,31	99,40	96,81	98,47
	2	3						
	3	5						
2	1	1	98,99	99,74	98,32	99,41	96,81	98,47
	2	5						
	3	3						
3	1	5	98,99	99,74	98,31	99,41	96,8	98,47
	2	1						
	3	3						
4	1	5	98,98	99,74	98,31	99,41	96,77	98,45
	2	3						
	3	1						
5	1	5	98,97	99,74	98,28	99,40	96,76	98,45
	2	1						
	3	1						
6	1	1	98,98	99,74	98,30	99,40	96,77	98,45
	2	5						
	3	1						
7	1	1	98,97	99,73	98,29	99,39	96,81	98,47
	2	1						
	3	5						

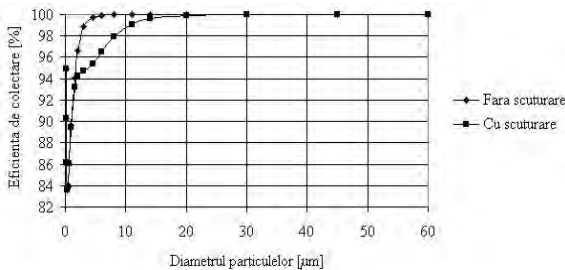


Fig. 15 Eficiența de colectare în funcție de diametrul particulelor de praf, fără și cu scuturare, grosimea stratului de praf: 5 mm în câmpul 1, 3 mm în câmpul 2 și 1 mm în câmpul 3, diametrul mediu 16 μm

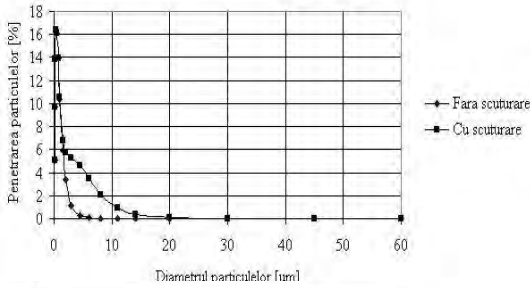


Fig. 16 Penetrarea particulelor de praaf înspre coș în funcție de diametrul particulelor de praaf, fără și cu scuturare, grosimea stratului de praaf: 5 mm în câmpul 1, 3 mm în câmpul 2 și 1 mm în câmpul 3, diametrul mediu 16 μm

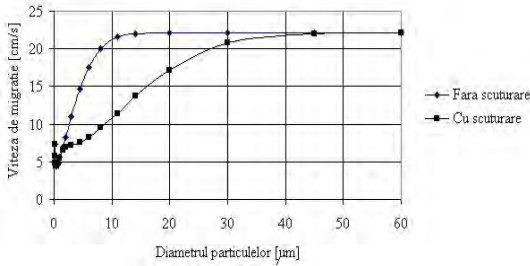


Fig. 17 Viteza de migrație a particulelor de praaf în funcție de diametrul particulelor de praaf, fără și cu scuturare, grosimea stratului de praaf: 5 mm în câmpul 1, 3 mm în câmpul 2 și 1 mm în câmpul 3, diametrul mediu 16 μm

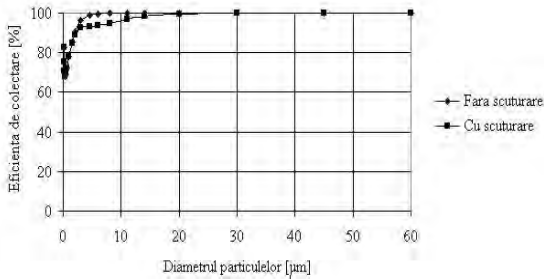


Fig. 18 Eficiența de colectare în funcție de diametrul particulelor de praaf, fără și cu scuturare, grosimea stratului de praaf: 5 mm în câmpul 1, 3 mm în câmpul 2 și 1 mm în câmpul 3, diametrul mediu 5 μm

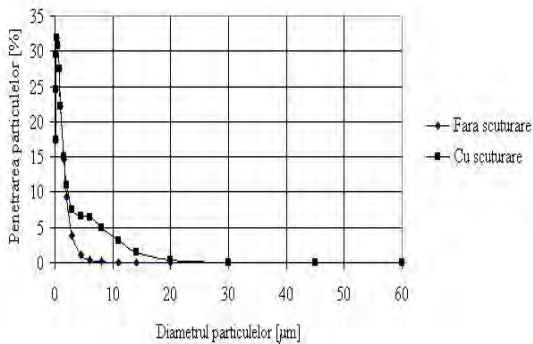


Fig. 19 Penetrarea particulelor de praaf înspre coș în funcție de diametrul particulelor de praaf, fără și cu scuturare, grosimea stratului de praaf: 5 mm în câmpul 1, 3 mm în câmpul 2 și 1 mm în câmpul 3, diametrul mediu 5 μm

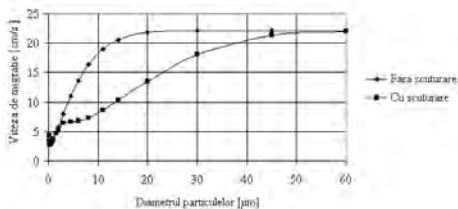


Fig. 20 Viteza de migrație a particulelor de praf în funcție de diametrul particulelor de praf, fără și cu scuturare, grosimea stratului: 5 mm în câmpul 1, 3 mm în câmpul 2 și 1 mm în câmpul 3, diametrul mediu 5 μm

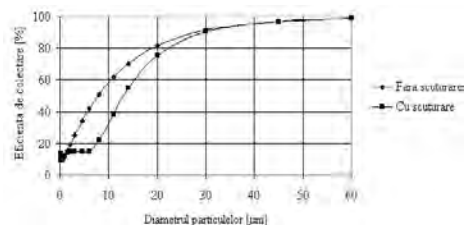


Fig. 21 Eficiența de colectare în funcție de diametrul particulelor de praf, fără și cu scuturare, grosimea stratului de praf: 5 mm în câmpul 1, 3 mm în câmpul 2 și 1 mm în câmpul 3, diametrul mediu 1 μm

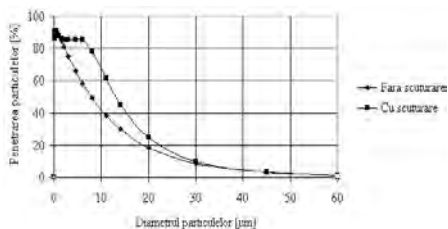


Fig. 22 Penetrarea particulelor de praf înspre coș în funcție de diametrul particulelor de praf, fără și cu scuturare, grosimea stratului de praf: 5 mm în câmpul 1, 3 mm în câmpul 2 și 1 mm în câmpul 3, diametrul mediu 1 μm

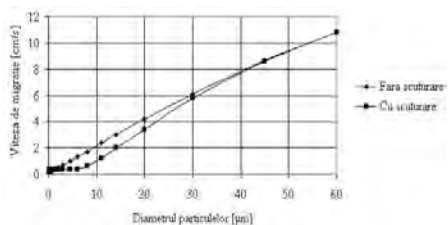


Fig. 23 Viteza de migrație a particulelor de praf în funcție de diametrul particulelor de praf, fără și cu scuturare, grosimea stratului: 5 mm în câmpul 1, 3 mm în câmpul 2 și 1 mm în câmpul 3, diametrul mediu 1 μm

Tabelul 7

Nr.crt.	Câmpul	Grosime strat praf [mm]	Rezistivitate [$\Omega \cdot m$]	
			Eficiența de colectare cu scuturare [%]	Eficiența de colectare fără scuturare [%]
1	1	1	90,78	93,87
	2	3		

	3	5		
2	1	1	91,05	94,06
	2	5		
	3	3		
3	1	5	91,02	94,01
	2	1		
	3	3		
4	1	5	91,27	94,18
	2	3		
	3	1		
5	1	5	98,11	99,10
	2	1		
	3	1		
6	1	1	98,04	99,04
	2	5		
	3	1		
7	1	1	98,02	99,03
	2	1		
	3	5		

7. Discuții referitoare la simulări

În realitate straturile de praf de pe câmpuri au grosimi diferite. Din tabelul 6 se observă că dacă rezistivitatea prafului crește, eficiența de colectare scade. Pentru rezistivități mai ridicate diferența dintre eficiența de colectare fără scuturare și cu scuturare este mai mare decât pentru praful cu rezistivitate mai mică. Eficiența de colectare este influențată în special de rezistivitatea prafului. Particulele de praf cu diametre sub 5 μm se colectează mai greu [1, 3-5].

În figurile 15, 18 și 21 sunt prezentate eficiența de colectare, în figurile 16, 19 și 22 penetrarea particulelor de praf spre coș și în figurile 17, 20 și 23 viteza de migrație a particulelor de praf în condițiile unor straturi de praf diferite pe câmpuri (din ce în ce mai mici spre ultimul câmp, 5 mm în câmpul 1, 3 mm în câmpul 2 și 1 mm în câmpul 3) pentru trei diametre medii ale particulelor de praf: 16 μm , 5 μm și 1 μm . În toate situațiile, la scuturarea permanentă a câmpurilor eficiența de colectare scade.

Pentru diametre medii ale particulelor de praf până în 5 μm , eficiența de colectare este mai mică, iar viteza de migrație este mai mică pentru particule de praf cu diametre mai mici de 15-20 μm .

Dacă particulele de praf au diametre mici (1 μm) eficiența de colectare afectează o clasă mai mare de particule de praf, cu diametre

mai mici de 50 μm , iar viteza de migrație este mai mică (cu cât diametrul particulelor de praf este mai mic cu atât viteza de migrație este mai scăzută). Sunt afectate și particulele de praf de diametre mai mari (60 μm). O grosime mai mare a straturilor de praf va determina o eficiență de colectare mai scăzută (tabelul 7 - Performanțele electrofiltrului când grosimea straturilor de praf este diferită pe câmpuri, când diametrul mediu al particulelor de praf este 5 μm - simulări). Dacă diametrul mediu al particulelor de praf are valori mai mici, eficiența de colectare scade [2].

Diametrul mediu al particulelor de praf, rezultate în urma arderii, depinde de tipul cărbunelui, metoda de măcinare și de tipul arderii în cazan. Distribuția particulelor de praf se poate face în funcție de: masă (uzual cea mai mare concentrație în domeniul 2,5÷40 μm), în funcție de număr (cele mai multe cu diametre sub 0,15 μm) și în funcție de sarcină electrostatică (uzual cea mai mare concentrație în domeniul 0,5÷10 μm) [4].

8. Reentrenarea particulelor de praf în gaz

Scuturarea insuficientă va determina reentrenarea particulelor de praf de diametre mici. Grosimea straturilor de praf adunate pe suprafețele colectate au o anumită frecvență de rezonanță, ceea ce va determina o scuturare mai ușoară a suprafețelor colectoare. Se consideră că stratul de praf are grosimea constantă pe toată suprafața colectoare [2, 3].

De obicei, reentrenarea particulelor de praf când are loc scuturarea câmpurilor este legată de distribuția vitezelor gazului în secțiunea transversală a electrofiltrului și de uniformitatea câmpului electric în zona electrozilor de emisie (distanță mai mică, la unii dintre electrozilor de emisie față de electrozii de depunere). Momentele alese pentru scuturarea câmpurilor sunt elemente de importanță mare pentru diminuarea reentrenării particulelor de praf în curgerea gazului. Cauzele importante ale reentrenării sunt prezentate în tabelul 8 (Cauze ale reentrenării particulelor de praf) [4].

Tabelul 8

Nr.crt.	Parametru	Cauze
1	Particulele de praf	- rezistivitate prea mică sau prea mare; - aderență scăzută; - dimensiunea particulelor de praf (prea mici).
2	Controlul tensiunii	- tensiunea în câmpuri prea mică; - stabilirea corectă a numărului de

		descărcări/minut.
3	Construcție	- profilul electrozilor de colectare; - tipul electrozilor de emisie; - distanța între electrozii de depunere și cei de emisie; - eroziunea diverselor îmbinări ale câmpurilor.
4	Scuturătoare	- frecvența scuturării; - intensitatea scuturării; - durata de acționare; - durate de acționare diferite de la un câmp la altul.
5	Buncărele de colectare	- construcție; - tipul dispozitivelor de evacuare a prafului; - pierderea de presiune și de temperatură în zona buncărelor.

9. Concluzii

■ Scuturarea optimă a electrozilor de emisie poate conduce la performanțe ridicate a electrofiltrelor. Intervalul de pauză între scuturări trebuie mărit considerabil pentru câmpurile de la ieșire (zeci de minute) unde fenomenul de reantrenare al particulelor de praf este considerabil (diametrul mediu al particulelor de praf fiind mai mic), față de câmpurile de la intrare (unde pauzele între scuturări pot fi de ordinul minutelor).

■ Utilizarea unor altor tipuri de scuturătoare, în afară de cele mecanice, poate conduce la o scuturare mai bună a suprafețelor colectoare, prin modificarea intensității și frecvenței de scuturare (de exemplu prin utilizarea scuturătoarelor electromagnetice).

Evident, că, la un moment dat, câmpurile trebuie scuturate, dar trebuie evitată scuturarea, în același timp, a două câmpuri succesive.

■ Reantrenarea particulelor de praf și turbulența gazului în electrofiltre au o influență puternică asupra eficienței de colectare totale. Reantrenarea particulelor de praf depinde de o serie de parametri: tipul particulelor de praf, modul de control al tensiunii, construcția electrofiltrului, tipul scuturătoarelor și a buncărelor de colectare a prafului.

Dispozitivele de uniformizare de la intrarea în electrofiltru și automatizarea modernă a controlului tensiunii în câmpurile electrofiltrului determină turbulența gazelor în electrofiltru.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Drbal, L.F., Boston, P.G., Westra, K.L., Erickson, R.B., *Power Plant Engineering*, Black and Veatch, Springer Science, U.S.A., 1996.
- [2] Navarrete, B., Cañadas, L., Cortes, D., Salvador, L., Galindo, J., *Influence of Plate Spacing and Ash Resistivity on the Efficiency of Electrostatic Precipitators*, Journal of Electrostatics, nr.39, pag. 65-81, 1997.
- [3] Nibeleanu, Șt., Artino, A., Napu, S., *Instalații de separare a prafului cu electrofiltre*, Editura Tehnică, București, 1984.
- [4] Parker, K.R., *Applied Electrostatic Precipitators*, Chapman and Hall, London, Anglia, 1997, pag.192-229.
- [5] Cañadas, L., Navarrete, B., Lupión, M., Salvador, L. *Improvement of Fine Particles Collection Efficiency in Large Pulverized Coal Power Plants. ESPs Retrofitting to Hybrid Collectors*, the IXth International Conference on Electrostatic Precipitation (ICESP), Mpumalanga, Africa de Sud, nr. A03, 17-21 mai, 2004, 14 pag.
- [6] * * * *ESPVI 4.0*, manualul utilizatorului, U.S.A., 2007.
- [7] Popa, G.N., Vaida, V., Abrudean, C., Deaconu, S.I., Popa, I., *A Case Study of ESP Electrical Characteristics from a Thermal Power Station*, IEEE 44th IAS Annual Meeting, Houston, Texas, U.S.A., oct. 4-8, 2009, nr. IAS 17p2, 6 pag.
- [8] Popa, G.N., Vaida, V., Deaconu, S.I., Șora, I., *An Analysis on the Optimal Fields Number of the Plate-Type Electrostatic Precipitators Used in a Thermoelectric Power Plant*, 12th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment OPTIM 2010, Brașov, pag. 232-239, 8 pag.
- [9] * * * *Comportarea electrofiltrelor de la Termocentrala Electrică Mintia-Deva*, nr. 3271/86, ICEMENERG, București, 1986.
- [10] * * * *Măsurători de performanță pentru stabilirea gradului de epurare la instalația de desprăfuire electrică de la grupul nr.5*, nr. 2161-CPPM, S.C. ICPET S.A., București, 1996.

Conf.Dr.Ing. Gabriel Nicolae POPA

Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timișoara,
Senior Member IEEE, membru AGIR,

e-mail: gabriel.popa@fih.upt.ro

Conf.Dr.Ing. Iosif POPA

Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timișoara,
membru AGIR,

e-mail: iosif.popa@fih.upt.ro

Șef lucr.Dr.Ing. Corina Maria DINIȘ

Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timișoara,
membru IEEE, membru AGIR,

e-mail: corina.dinis@fih.upt.ro

Șef lucr.Dr.Ing. Angela IAGĂR

Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timișoara,
membru IEEE, membru AGIR, e-mail: angela.iagar@fih.upt.ro