

Nghiên cứu ảnh hưởng các thông số công nghệ của bộ gõ tới hiệu suất rũ bụi trong mô hình thí nghiệm thiết bị lọc bụi tĩnh điện

Study on influence of technological parameters of percussion on the performance of dust extraction in experimental model of electrostatic precipitator

Nguyễn Tiến Sỹ^{1,*}, Hoàng Văn Gọt², Dương Văn Long²

¹Trường Đại học Công nghiệp Hà nội

²Viện Nghiên cứu Cơ khí

Email: tiensyhau.edu@gmail.com

Mobile: 0904938056

Tóm tắt

Từ khóa:

Lực gõ, Gia tốc, Hiệu suất rũ bụi, Thông số công nghệ búa gõ.

Nghiên cứu này đề cập đến sự ảnh hưởng một số thông số công nghệ của búa gõ tới khả năng rũ bụi của tấm điện cực lắng trong thiết bị lọc bụi tĩnh điện. Các kết quả thu được trong nghiên cứu sẽ được sử dụng làm tài liệu tham khảo khi thiết kế hệ thống lọc bụi tĩnh điện có các công suất lọc bụi khác nhau. Phương pháp phân tích hồi quy thực nghiệm là công cụ để xác định mối tương quan giữa các thông số công nghệ của bộ gõ tới hiệu suất rũ bụi.

Abstract

Keywords:

Force, Acceleration, Efficiency Rapping, Parameters hammer type.

This study refers to the influence of some technological parameters of the hammer type on the ability of dust settling of the deposition electrodes in electrostatic precipitators. The results obtained in the study will be used as reference material when designing electrostatic precipitators with different dust filtration capacities. The method of regression analysis is a tool to determine the correlation between the technological parameters of percussion and the performance of dusting.

Ngày nhận bài: 05/8/2018

Ngày nhận bài sửa: 14/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

1. GIỚI THIỆU

Khi các tấm cực lắng trong thiết bị lọc bụi tĩnh điện chịu tác dụng lực từ búa gõ sẽ tạo ra dao động làm phát sinh gia tốc chuyển động và lực quán tính [6]. Để tách được bụi thì giá trị gia tốc chuyển động của tấm phải thắng được lực hút tĩnh điện của các hạt bụi [3]. Việc nghiên cứu nhằm tìm ra mối quan hệ ảnh hưởng giữa các thông số của búa gõ tới gia tốc chuyển động của tấm lọc bụi và tuổi thọ của thiết bị hợp lý, qua đó xác định được bộ thông số công nghệ phù hợp của búa gõ, tạo ra được gia tốc trên bề mặt của tấm cực lắng có khả năng rung rũ bụi.

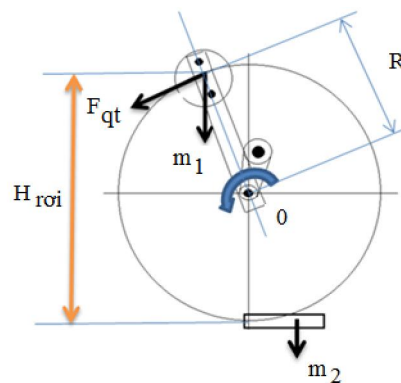
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Hiệu suất rũ bụi

Hiệu suất rũ bụi là độ sạch của bụi bám trên bề mặt tấm lọc khi có ngoại lực tác động, độ sạch bề mặt của tấm lọc có ảnh hưởng tới khả năng hút tĩnh điện giữa các hạt bụi. Để đánh giá khả năng rũ bụi người ta sử dụng đại lượng gia tốc trượt (a) của tấm lọc, nó có quan hệ với lực gõ rũ bụi (F_t) và được mô tả bởi hàm quan hệ toán học có dạng tổng quát sau:

$$a = f(F_t) \quad (1)$$

Trong khi đó lực gõ búa (F_t) lại phụ thuộc vào các thông số khối lượng quả búa m_1 , chiều dài cánh tay đòn của búa gõ R , góc rơi của búa φ_1 và tỷ lệ tương quan giữa khối lượng búa gõ m_1 với khối lượng của tấm cực lắng m_2 như hình 1.



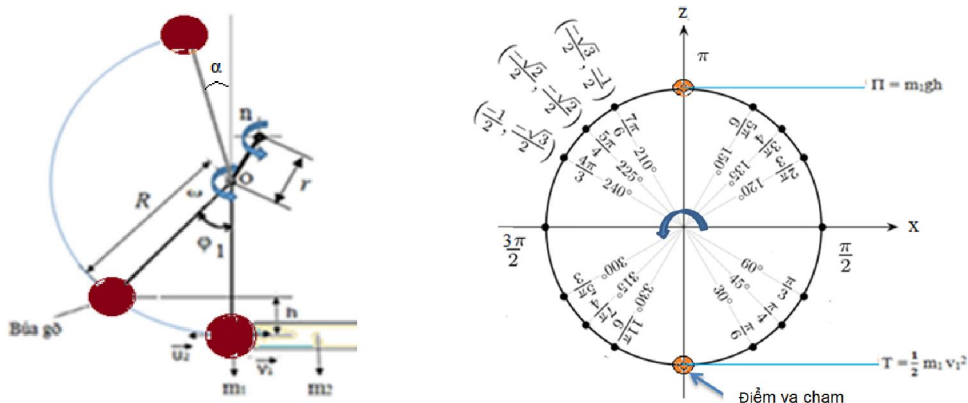
Hình 1. Sơ đồ nguyên lý và chạm của búa gõ

Quan hệ giữa các thông số công nghệ của búa với lực gõ được mô tả bởi hàm toán học có dạng tổng quát sau

$$F_t = f(\varphi_1, m_1, H) \quad (2)$$

Trong đó: φ_1 - Góc rơi búa (độ)
 m_1 - Khối lượng của búa gõ (kg)
 H - Chiều cao rơi búa(m)

2.2. Mô hình thí nghiệm



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý và chạm của búa gõ

Thí nghiệm xác định lực gõ búa bằng cách thay đổi khối lượng của búa gõ m_1 , chiều cao rơi của búa gõ H hoặc thay đổi góc rơi tự do của quả búa φ_1 . Cơ chế va chạm của búa gõ được mô tả như hình 2[2].

Khi ở vị trí thế năng cực đại, búa sẽ tiếp tục di chuyển đến vị trí hợp với phương thẳng đứng một góc α (khoảng 10^0) thì nó thực hiện chuyển động rơi tự do quay quanh trục cố định có bán kính R_i đến va chạm vào đầu khung tấm lọc (đè), chiều cao rơi tự do H_i được tính bởi công thức sau.

$$H_i = R_i(1 - \cos\varphi_1) \quad (3)$$

Góc φ_1 được tạo bởi vị trí của búa rơi tự do với điểm va chạm, người ta cũng có thể thay đổi góc φ_1 bằng cách khống chế chiều cao rơi búa bằng lực ma sát khi búa thực hiện chuyển động quay tròn quanh trục của chúng, trong thí nghiệm bộ gõ rũ bụi thì bán kính quay của búa lấy trong khoảng từ 250 đến 290 mm, áp dụng công thức (3) ta tính được chiều cao rơi của búa ghi trong bảng 1.

Bảng 1. Thông số chiều cao rơi của búa

STT	min	max
R (mm)	250	290
H (mm)	496	576

Mômen quán tính của búa gõ được tính bởi công thức:

$$I = 1/3m_1R^2 \quad (4)$$

Công thức (4) cho thấy momen quán tính tăng tỉ lệ thuận với khối lượng quả búa m_1 và bình phương khoảng cách bán kính quay R , momen quán tính thay đổi sẽ ảnh hưởng tới lực tác động của búa gõ.

Lực gõ trước khi va chạm giữa búa và tấm lọc được xác định bởi công thức :

$$F_{ti} = m_{1i} \cdot \Delta V / \Delta t = m_1 \sqrt{2gR(1 - \cos\varphi)} \quad (5)$$

Căn cứ vào các điều kiện giới hạn của bài toán, tiến hành xây dựng bảng kế hoạch thực nghiệm và ma trận thí nghiệm như bảng 2 và bảng trực giao các thông số thí nghiệm bảng 3.

Bảng 2. Bảng kế hoạch thực nghiệm

STT	Yếu tố	Các mức			Bước nhảy
		Mức trên	Mức cơ sở	Mức dưới	
1	Góc rơi búa φ_1 (độ)	170	130	90	40
2	Khối lượng búa gõ m_1 (kG)	90	70	50	20
3	Chiều cao rơi búa H_{roi} (mm)	576	536	496	40

Bảng 3. Bảng trực giao các thông số thí nghiệm

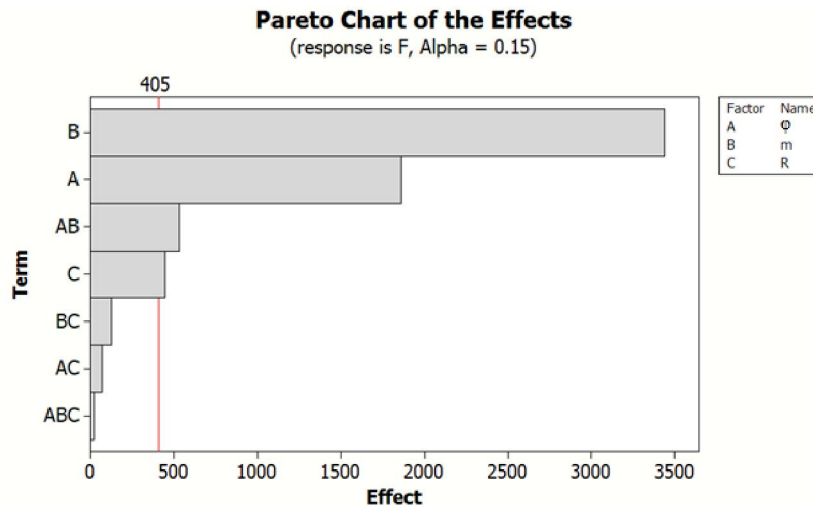
STT	X1	X2	X3	φ_1 (độ)	m1 (kg)	H (m)	$\varphi_1.m_1$	$\varphi_1.H$	m1.H	F (N/m)
1	-1	-1	-1	90	50	0.496	4500	44.64	24.8	155.90
2	1	-1	-1	170	50	0.496	8500	84.32	24.8	219.63
3	-1	1	-1	90	90	0.496	8100	44.64	44.64	280.62
4	1	1	-1	170	90	0.496	15300	84.32	44.64	395.34
5	-1	-1	1	90	50	0.576	4500	51.84	28.8	168.00
6	1	-1	1	170	50	0.576	8500	97.92	28.8	236.68
7	-1	1	1	90	90	0.576	8100	51.84	51.84	302.40
8	1	1	1	170	90	0.576	15300	97.92	51.84	426.03

Trong đó:

- + X₁: Góc rơi búa φ_1 (độ)
- + X₂: Khối lượng của búa gõ m₁ (kg)
- + X₃: Chiều cao rơi của búa gõ H_{rơi}(mm)

2.3. Phân tích ảnh hưởng các yếu tố thí nghiệm tới lực gõ búa

Từ thông số thí nghiệm trong bảng 3, sử dụng phần mềm MINITAB để xác định xem có sự ảnh hưởng của các yếu tố đầu vào là các thông số công nghệ của bộ gõ với yếu tố đầu ra là lực gõ búa hay không. Quá trình chạy và cho kết quả phân tích như hình 3.



Hình 3. Biểu đồ ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ tới lực gõ búa

Kết quả phân tích trên biểu đồ Pareto với độ tin cậy 85% cho thấy các yếu tố A,B,C đều có sự ảnh hưởng tới giá trị lực gõ, trong đó ảnh hưởng lớn nhất là B ứng với khối lượng búa gõ m₁ tiếp theo là góc rơi búa φ và bán kính tay búa R, ngoài ra còn có sự ảnh hưởng bởi biến tương tác AB. Đây là cơ sở để tiến hành trực giao với các thông số thí nghiệm trong bộ gõ rũ bụi.

2.4 .Ma trận trực giao

Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của 3 thông số đầu vào: (φ_1), (m₁) và (R) đến thông số đầu ra lực gõ (F_i), sử dụng phương pháp ma trận trực giao với số nghiệm 2³ = 8 và thêm 3 thí

nghiệm dự đoán là vùng trung tâm với 3 thông số vận hành (φ), (m_1) và (R) có giá trị không thay đổi như bảng 4.

Bảng 4. Ma trận trực giao

STT	X1	X2	X3	φ_1 (độ)	m_1 (kG)	H (m)	$\varphi_1.m_1$	$\varphi_1.H$	$m_1.H$	F (N/m)
1	-1	-1	-1	90	50	0.496	4500	44.64	24.8	155.90
2	1	-1	-1	170	50	0.496	8500	84.32	24.8	219.63
3	-1	1	-1	90	90	0.496	8100	44.64	44.64	280.62
4	1	1	-1	170	90	0.496	15300	84.32	44.64	395.34
5	-1	-1	1	90	50	0.576	4500	51.84	28.8	168.00
6	1	-1	1	170	50	0.576	8500	97.92	28.8	236.68
7	-1	1	1	90	90	0.576	8100	51.84	51.84	302.40
8	1	1	1	170	90	0.576	15300	97.92	51.84	426.03
9	0	0	0	120	70	0.53	8400	63.6	37.1	276.32
10	0	0	0	120	70	0.53	8400	63.6	37.1	276.32
11	0	0	0	120	70	0.53	8400	63.6	37.1	276.32

Hàm mục tiêu lựa chọn có dạng hàm hồi quy toàn phương như sau [5]:

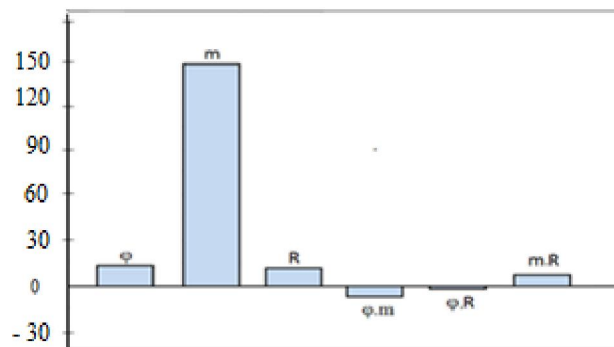
$$y = f(x_i) = a_0 + \sum a_i x_i + \sum a_{ij} x_i x_j \quad (6)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Từ bảng trực giao các thông số thí nghiệm trong bảng 4, giải hệ phương trình theo phương pháp phân tích thống kê SPSS thu được các hệ số của hàm hồi quy (6) như phương trình (7):

$$F = -3671,24 + 15,54\varphi + 149,37m_1 + 13,81R - 0,44\varphi.m_1 - 0,05\varphi.R + 0,159m_1.R \quad (7)$$

Từ các tham số trong phương trình hồi quy (6) xây dựng được biểu đồ hệ số hồi quy với các yếu tố của bộ gõ rũ bụi và các biến tương tác như hình 4.



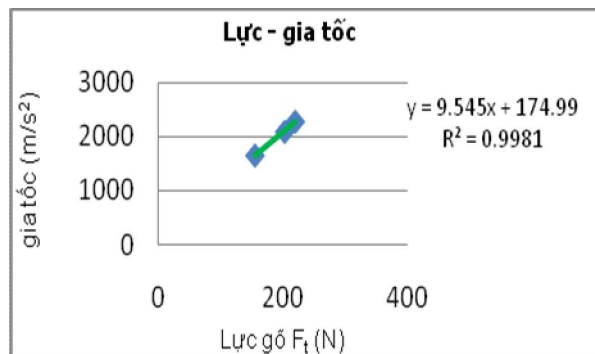
Hình 4. Hệ số hiệu ứng và các yếu tố tương tác

Mặt khác từ kết quả thực nghiệm đánh giá ảnh hưởng của lực gõ tới gia tốc chuyển động của các phần tử tấm điện cực lắng trong mô hình thí nghiệm bộ gõ rũ bụi, thiết bị lọc bụi tĩnh điện [3] thu được số liệu như bảng 5.

Bảng 5. Tương quan lực gõ với gia tốc trung bình

TT	Lực F_t (N)	Gia tốc trung bình a (m/s ²)
1	219,135	1658
2	234,787	2092
3	250,44	2278

Từ số liệu thí nghiệm trong bảng 5 xây dựng được mối quan hệ giữa lực gõ và gia tốc như hình 5.



Hình 5. Đồ thị mô tả quan hệ lực gõ với gia tốc

Phương trình hồi quy (8) thể hiện mối quan hệ toán học giữa yếu tố đầu vào là lực gõ tương ứng với biến (x) và yếu tố đầu ra là gia tốc ứng với biến (y)

$$y = 9,545x + 174,99 \quad (7)$$

Từ phương trình(7) và (8) có thể nhận xét như sau:

- Phương trình (8) cho phép ứng dụng để tìm giá trị lực gõ ban đầu của búa gõ cần tác động vào đầu đe của tấm cực lắng khi đã biết vùng giới hạn về gia tốc của tấm cực lắng tương ứng với mỗi dạng bụi và công suất lọc bụi cụ thể.

- Từ phương trình (7) khi biết được lực gõ ban đầu sẽ xây dựng được bộ các thông số kỹ thuật và công nghệ của bộ gõ như khối lượng của búa gõ m_1 , kích thước bán kính quay của búa R và góc rơi của búa φ_1 , phù hợp với từng hệ thống lọc bụi tĩnh điện có công suất lọc bụi khác nhau.

4. KẾT LUẬN

Từ các thí nghiệm về phân tích ảnh hưởng các thông số công nghệ của búa gõ tới giá trị lực gõ và thí nghiệm phân tích ảnh hưởng của lực gõ tới gia tốc trượt, đã xây dựng được các phương trình hồi quy(6),(7) cho phép ứng dụng để xác định các thông số kỹ thuật của búa gõ phù hợp với khả năng rung rũ bụi của các tấm cực lắng trong các trường tĩnh điện của thiết bị lọc bụi tĩnh điện. Kết quả nghiên cứu này được sử dụng làm tài liệu tham khảo trong thiết kế các hệ thống lọc bụi tĩnh điện mới, hoặc cho phép hướng tới lập trình điều khiển thích nghi các thông số kỹ thuật và công nghệ của bộ gõ khi nồng độ bụi và dạng bụi thay đổi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Tiến Sỹ, Hoàng Văn Gọt , Dương Văn Long (2017) "Nghiên cứu quá trình va chạm búa và tấm cực lắng của bộ gõ rũ bụi, trong thiết bị lọc bụi bằng điện". Tạp chí khoa học và công nghệ - Trường Đại học Công nghiệp Hà nội, Số 42 tháng 10/2017 trang 46-49.
- [2] Nguyễn Tiến Sỹ, Hoàng Văn Gọt , Dương Văn Long (2017) "Đánh giá ảnh hưởng của lực kích động tuần hoàn tới dao động và biến dạng của tấm cực lắng buồng lọc, thiết bị lọc bụi tĩnh điện". Tạp chí khoa học và công nghệ - Trường Đại học Công nghiệp Hà nội, Số 84 trang 21-28.
- [3] Nguyễn Tiến Sỹ, Hoàng Văn Gọt , Dương Văn Long (2017) "Đánh giá ảnh hưởng của lực gõ tới gia tốc chuyển động của các phần tử tấm điện cực lắng trong mô hình thí nghiệm thiết bị lọc bụi bằng điện". Tạp chí cơ khí Việt nam - Số 4 Phạm Văn Đồng – Hà nội
- [4] GS.TSKH Nguyễn Minh Tuyển (2005) Quy hoạch thực nghiệm, Nhà XB Khoa học và Kỹ thuật.
- [5] F. Miloua¹.Research unit "Electrostatics and High-Voltage Engineering", IRECOM Laboratory University of Sidi-Bel-Abbes, Algeria IUT of Angoulême, Univ. of Poitiers, France.Accepted: 17 October 2007.
- [6] Sproull (1965), Fundamentals of electrode rapping in industrial electrical precipitators, Journal of the Air Pollution Control Association, N 2, p. 50-55.