

NGHIÊN CỨU TRÊN MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM HIỆU SUẤT XỬ LÝ BỤI CỦA MỘT SỐ LOẠI THIẾT BỊ CHO PHÂN XỬƠNG CƠ KHÍ

Đình Xuân Thắng, Nguyễn Thành Trung

Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 11 tháng 08 năm 2010, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 04 tháng 11 năm 2010)

TÓM TẮT: Việc nghiên cứu, lựa chọn phương pháp và thiết bị xử lý bụi phù hợp cho các cơ sở sản xuất là điều kiện rất quan trọng nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường và phát triển bền vững cho xã hội.

Dựa trên những kết quả nghiên cứu đã sẵn có, tác giả đã nghiên cứu hiệu suất xử lý bụi đối với các phân xửƠNG cơ khí có quy mô vừa và nhỏ trên 3 thiết bị: thiết bị lọc có lớp đệm, thiết bị rửa khí rỗng, thiết bị lọc hướng tâm, nhằm mục đích đề xuất công nghệ xử lý bụi thích hợp cho các phân xửƠNG cơ khí vừa và nhỏ, đáp ứng nhu cầu thực tế hiện nay. Đề tài tập trung vào xử lý bụi trong quy trình mài và đánh bóng bề mặt sản phẩm.

Kết quả nghiên cứu trên 3 mô hình thực nghiệm: hiệu suất lọc của tháp đệm đạt 92,67%, tháp rửa khí rỗng đạt 81,85% và tháp lọc hướng tâm đạt 99,50% đối với bụi. Từ kết quả trên cho thấy với các cơ sở sản xuất cơ khí quy mô vừa và nhỏ phát sinh ra bụi nhỏ và mịn thì phương pháp lọc ướt là thích hợp nhất, trong đó tháp lọc hướng tâm có hiệu suất cao nhất.

Từ khóa: hiệu ứng dòng khí xoáy, lọc ướt hướng tâm, vòi rỗng trong thiên nhiên.

1. MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU

Trên cơ sở nghiên cứu hiệu suất lọc bụi trên một số thiết bị lọc ướt, nghiên cứu này nhằm mục tiêu lựa chọn thiết bị và công nghệ thích hợp nhằm đạt hiệu quả xử lý cao nhất góp phần bảo vệ môi trường trong các nhà máy, xí nghiệp và đảm bảo điều kiện vệ sinh lao động của công nhân

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình thí nghiệm

Mô hình thực nghiệm là mô hình thiết bị lọc có lớp đệm, thiết bị rửa khí rỗng, thiết bị lọc hướng tâm. Sơ đồ mô hình thí nghiệm được minh họa như hình H.1 dưới đây:

Mô hình được xây dựng trên cơ sở công thức về ống xoáy, đường ống, các công thức thực nghiệm về thông gió xoáy, lý thuyết của quá trình lọc bụi theo phương pháp ướt [1] (tháp đệm, tháp rửa khí rỗng, tháp hướng tâm) và kết quả nghiên cứu [5] của PGS.TS. Đình Xuân Thắng “Nghiên cứu phương pháp lọc ướt ứng dụng hiệu ứng xoáy kết hợp với phương pháp tạo xung đánh rơi dung môi hấp thụ để tăng hiệu quả lọc bụi và xử lý khí độc”, Luận án Tiến sĩ.



Hình 1: Ảnh 3D và ảnh thực cấu tạo chung mô hình thực nghiệm

1. Ống dẫn vào buồng hoà trộn; 2.Thiết bị phân phối mẫu trực vít; 3.Buồng hoà trộn; 4.Ống dẫn vào thiết bị xử lý; 5.Thiết bị xử lý; 6.Ống dẫn dung môi; 7.Quạt hút ly tâm; 8. Van điều chỉnh mực nước; 9. Bể lắng cặn bùn;10. Bể chứa dung môi tuần hoàn; 11. Bơm tuần hoàn dung môi

Bộ phận tạo mẫu bụi là hình hộp chữ nhật có kích thước

- $L=1.2m, W=1m, H=1m$
 - Mẫu bụi được cấp vào nhờ cơ cấu trực vít, bánh vít có bộ phận điều chỉnh tự động để có thể thay đổi nồng độ và ổn định bụi đầu vào theo yêu cầu thí nghiệm; phễu chứa bụi có kích thước:

Chiều cao: $h = 120 \text{ mm}$; Dung tích : $V = 0,5 \text{ lít}$

Thiết bị xử lý và quạt gió

Quạt gió có lưu lượng $1.500 - 2.500 \text{ m}^3/\text{h}$, công suất 3,5HP; thiết bị có kích thước $D = 500 \text{ mm}$; $h = 1.500 \text{ mm}$. Mô hình thí nghiệm được minh họa như hình H.1.

2.2. Các thông số cơ bản của mô hình thí nghiệm

2.2.1. Cấu tạo thiết bị

a. Thiết bị lọc bụi hướng tâm tiêu chuẩn

Chọn thiết bị lọc bụi hướng tâm tiêu chuẩn QT1 theo [6], thiết bị có các thông số sau:

- o Lưu lượng dòng khí:

$$L = 1300 \div 1500 \text{ m}^3/\text{h}$$

- o Vận tốc dòng khí qua tiết diện ngang:

$$v = 1.84 \div 2.12 \text{ m/s}$$

- o Đường kính của thiết bị: $D = 500 \text{ mm}$

- o Chiều cao của thiết bị: $H = 1300 \text{ mm}$

- o Vận tốc dòng khí vào thiết bị tại van bướm: $\omega = 28 \div 32 \text{ m/s}$

- o Độ mở van bướm:

$$(A \times B) = 50 \text{ mm} \times 135 \text{ mm}$$

- o Kích thước của ống dẫn khí vào và ra khỏi thiết bị: $l = 150 \text{ mm}, b = 100 \text{ mm}$

- o Công suất của quạt hút ly tâm: $N = 3 \text{ HP}$

b. Thiết bị rửa khí rộng

Sử dụng cấu tạo của thiết bị lọc bụi hướng tâm nhưng có một vài chi tiết thay đổi để phù hợp với cấu tạo và nguyên lý hoạt động của thiết bị rửa khí rộng.

- o Tầm hướng dòng dùng để hướng chuyển động xoáy của dòng khí bụi khi đi vào thiết bị thành dòng thẳng hướng từ dưới lên

- o Thiết bị phun sương: Béc phun sương được lựa chọn theo kết quả nghiên cứu của các tác giả đã nêu ở phần trên và theo kinh nghiệm,

với các thông số sau:

- Đường kính lỗ phun: $d = 3\text{mm}$
- Bơm nước cao áp: $N = 1\text{ HP}$; $Q = 5\text{m}^3/\text{h}$

; $H = 15\text{m } H_2O$

c. Thiết bị lọc bụi ướt có lớp đệm

Sử dụng cấu tạo của thiết bị lọc bụi khí rỗng. Đồng thời bổ sung thêm lớp đệm bằng nhựa. Bề dày lớp đệm được cố định 100mm

2.2.2. Nguyên lý hoạt động

a. Thiết bị lọc bụi hướng tâm: Bụi từ thiết bị cấp hạt trực vít đi vào buồng hoà trộn tạo thành dòng khí bụi đi qua miệng hút vào thiết bị qua hai cửa có phương tiếp tuyến theo dạng tạo thành ngẫu lực ngược chiều nhau. Sau đó dòng khí bụi sẽ tiếp xúc với dung môi (nước) được phun đồng thời trên miệng hút của thiết bị. Tại đây dòng khí bụi và dòng chất lỏng cùng xáo trộn và chuyển động xoáy. Bụi sẽ được giữ lại trong chất lỏng (theo nguyên tắc va đập), dòng khí sạch sau xử lý sẽ qua lớp tách ẩm ra khỏi thiết bị ở phần trên qua ống đẩy của quạt ly tâm vào khí quyển. Chất lỏng sau khi tiếp xúc sẽ rơi xuống đáy của thiết bị vào hệ thống thu gom và được tuần hoàn với chu kỳ được tính toán để đảm bảo hiệu suất xử lý của thiết bị.

b. Trong thiết bị rửa khí rỗng: dòng khí bụi sẽ tiếp xúc với các hạt sương của chất lỏng được tạo ra từ thiết bị phun sương ở bên trên,

bụi sẽ được giữ lại trong chất lỏng, dòng khí sạch sau xử lý sẽ qua lớp tách ẩm ra khỏi thiết bị ở phần trên qua ống đẩy của quạt ly tâm vào khí quyển. Chất lỏng sau khi tiếp xúc sẽ rơi xuống đáy của thiết bị vào hệ thống thu gom và sẽ được tuần hoàn với chu kỳ được tính toán để đảm bảo hiệu suất xử lý của thiết bị.

c. Trong thiết bị lọc ướt có lớp đệm dòng khí bụi sẽ tiếp xúc với màng chất lỏng được tạo ra từ thiết bị phun sương lên lớp đệm ở bên trên, bụi sẽ được giữ lại trong chất lỏng, dòng khí sạch sau xử lý sẽ qua lớp tách ẩm ra khỏi thiết bị ở phần trên qua ống đẩy của quạt ly tâm vào khí quyển. Chất lỏng sau khi tiếp xúc sẽ rơi xuống đáy của thiết bị vào hệ thống thu gom và sẽ được tuần hoàn với chu kỳ được tính toán để đảm bảo hiệu suất xử lý của thiết bị.

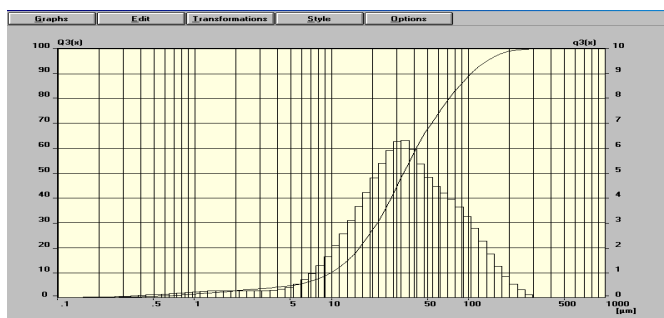
2.3. Mẫu và quy trình thực nghiệm

2.3.1. Mẫu thí nghiệm

Sau khi khảo sát, thu thập tài liệu về hiện trạng ô nhiễm môi trường và các phương pháp xử lý bụi trong một số phân xưởng cơ khí vừa và nhỏ, đề tài đã lựa chọn nguồn bụi trong 1 phân xưởng cơ khí tiêu biểu là Công ty TNHH Vĩnh Hiệp (địa chỉ: 317/9 Trần Văn Kiểu - huyện Bình Chánh-TP.HCM) và tiến hành nghiên cứu trên mô hình thực nghiệm. Dung trọng tự nhiên: $\rho_b = 3,74\text{g/cm}^3$; Độ ẩm: $w = 4,78\%$

Bảng 1. Thành phần hạt bụi kim loại trước khi thí nghiệm

Vị trí lấy mẫu bụi	Phân cấp cỡ hạt theo % khối lượng						
	Kích thước hạt bụi, μm						
	< 2	2 ÷ 5	5 ÷ 10	10 ÷ 20	20 ÷ 40	40 ÷ 60	> 60
Từ bàn đá mài của máy mài, đánh bóng	2,17	2,78	5,15	19,40	30,87	14,53	25,10



Hình 2. Biểu đồ kích thước hạt bụi kim loại trước khi thí nghiệm

(Kết quả phân tích tại PTN Hoá học Môi Trường – TT. dịch vụ dầu khí Thanh Đa TP.HCM)

2.3.2. Xử lý mẫu

Giấy lọc trong hộp bảo quản được sấy ở nhiệt độ 60⁰C trong khoảng thời gian 4 giờ. Sau khi sấy, các hộp bảo quản chứa giấy lọc được đặt trong môi trường cân 24 giờ trước khi cân. Môi trường cân là môi trường có nhiệt độ 25 ± 2⁰C, độ ẩm không khí 60 ± 5%. Tiến hành cân giấy lọc cùng với hộp bảo quản. Việc cân giấy lọc trước và sau khi lấy mẫu được thực hiện trong những điều kiện như nhau, trên cùng một cân phân tích, bởi cùng một kỹ thuật viên. Ghi lại kết quả cân giấy lọc trước và sau khi lấy mẫu (m_1 và m_2). Mỗi loại giấy lọc và mỗi lô giấy lọc cần lấy một mẫu trắng (đối chứng)

2.3.3. Xử lý số liệu

o Xác định thể tích không khí đi qua giấy lọc.

Thể tích không khí đi qua giấy lọc được xác định bằng công thức sau:

$$V = \frac{t}{N} \cdot \sum_{i=1}^N L_i \quad (\text{lít}) \quad (1.1)$$

Trong đó:

t - thời gian lấy mẫu (phút)

N - Số lần đọc giá trị lưu lượng

L_i - Giá trị lưu lượng tại thời điểm i , lít/phút.

Thể tích không khí qua giấy lọc được qui về điều kiện tiêu chuẩn V_0 ($P=10^2$ kPa, $T=298^0$ K) được tính theo công thức sau:

$$V_0 = \frac{298.V.p}{(273+t).10^2} \quad (\text{lít}) \quad (1.2)$$

Trong đó:

V - thể tích không khí đi qua lấy lọc, lít

p - áp suất trung bình của không khí tại nơi lấy mẫu, kPa

t - nhiệt độ trung bình của không khí trong thời gian lấy mẫu, ⁰C

o Xác định hàm lượng bụi trong ống dẫn
Hàm lượng bụi (mg/Nm^3) trong ống dẫn được tính bằng công thức sau:

$$C = \frac{1000 \times (m_2 - m_1 - b)}{V_0} \quad (1.3)$$

Trong đó:

m_1, m_2 - khối lượng ban đầu và khối lượng của giấy lọc sau khi lấy mẫu, mg

b - giá trị trung bình cộng của hiệu khối lượng của giấy lọc đối chứng được cân cùng thời điểm với giấy lọc lấy mẫu, mg

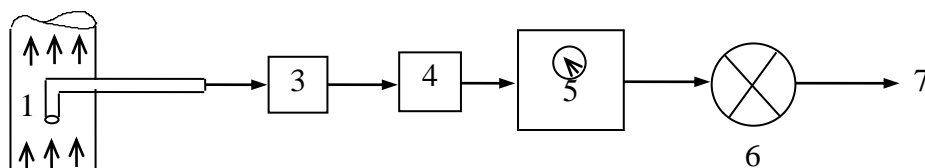
2.4. Quy trình thực nghiệm

Quá trình thực nghiệm được tiến hành như sau: Giữ nguyên vận tốc dòng khí chuyển động vào thiết bị, chiều cao lớp nước dưới đáy thiết bị (đối với thiết bị lọc hướng tâm), chiều cao và đường kính thiết bị, hệ số phun dung môi (đối với thiết bị rửa khí rỗng và thiết bị lọc ướt có

lớp đệm); Thay đổi nồng độ đầu vào của dòng khí bụi. Đo đặc đồng thời nồng độ bụi đầu vào và ra khỏi thiết bị; Sau đó tính hiệu suất xử lý của từng loại thiết bị

Thí nghiệm được lặp lại 06 lần cho mỗi loại thiết bị

Phương pháp phân tích và đo đạc: TCVN 5977 : 2005 (phương pháp xác định nồng độ và lưu lượng bụi trong ống dẫn khí thải)



Hình 3: Sơ đồ chung hệ thống lấy mẫu nguồn
 1. Mũi lấy mẫu; 2. Đầu lấy mẫu; 3. Bộ thu bụi; 4. Bộ làm lạnh (hoặc hút ẩm)
 5. Đo dòng khí; 6. Van chỉnh dòng khí; 7. Bơm

Địa điểm tiến hành thực nghiệm: quá trình thực nghiệm được thực hiện tại Viện Môi Trường và Tài Nguyên – Đại học Quốc gia TP.HCM. Quá trình lấy mẫu, phân tích và đo đạc được sự giúp đỡ của Phòng thí nghiệm chất

lượng môi trường – Viện Môi Trường & Tài Nguyên .

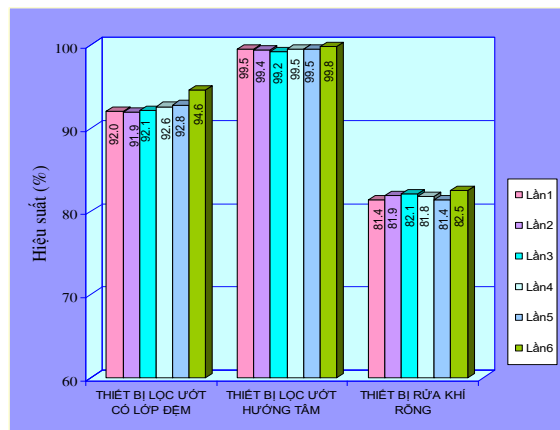
3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Kết quả thực nghiệm được trình bày dưới dạng bảng và biểu đồ sau:

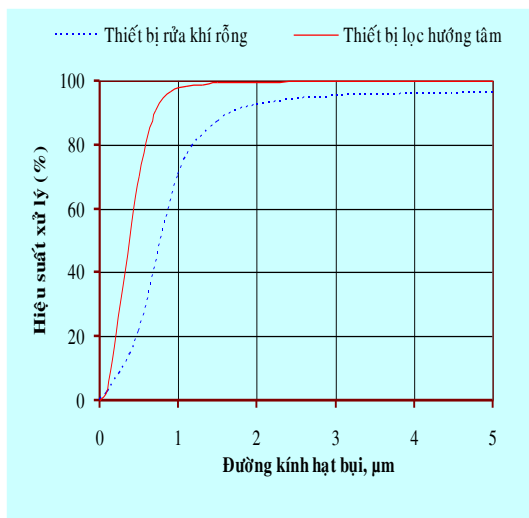
Bảng 2. Kết quả đo đạc nồng độ bụi đầu vào và ra của thiết bị thực nghiệm

STT	Loại thiết bị	Mẫu	$\omega(m/s)$	Nồng độ bụi đầu vào (mg/m ³)	Nồng độ bụi đầu ra (mg/m ³)	Hiệu suất xử lý (%)
1	Thiết bị lọc ướt có lớp đệm	1	20,9	443,4	35,6	92,0
		2	20,9	465,5	37,8	91,9
		3	20,9	505,7	39,7	92,1
		4	20,9	910,8	67,4	92,6
		5	20,9	1315,5	94,6	92,8
		6	20,9	4787,2	259,3	94,6
		Hiệu suất trung bình				
2	Thiết bị lọc hướng tâm	7	28,1	479,2	2,3	99,5
		8	28,1	530,3	3,1	99,4
		9	28,1	2705,2	21,2	99,2
		10	28,1	4443,6	20,1	99,5

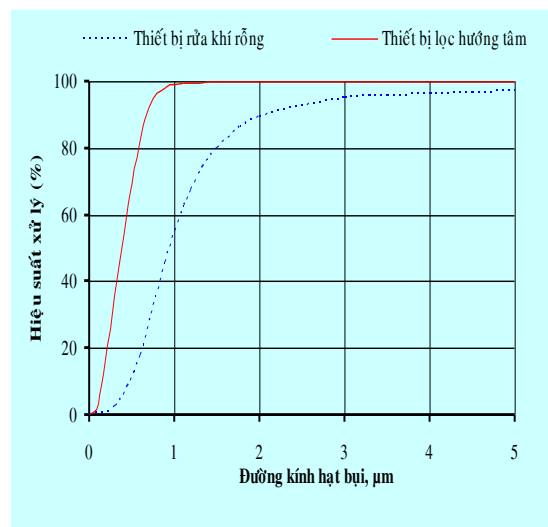
		11	28,1	4505,1	22,1	99,5
		12	28,1	10075,6	18,2	99,8
		Hiệu suất trung bình				99,50
3	Thiết bị rửa khí rỗng	13	30,0	245,3	45,7	81,4
		14	30,0	379,6	68,8	81,9
		15	30,0	658,6	117,6	82,1
		16	30,0	967,5	175,9	81,8
		17	30,0	1235,9	229,4	81,4
		18	30,0	1597,2	279,8	82,5
		Hiệu suất trung bình				



Hình 4a: Hiệu suất xử lý bụi của thiết bị theo bảng 2



Hình 4b: Hiệu suất xử lý bụi theo cỡ hạt của thiết bị rửa khí rỗng và thiết bị lọc hướng tâm theo lý thuyết



Hình 4b: Hiệu suất xử lý bụi của thiết bị theo [1] & [6]

Qua kết quả trên cho thấy hiệu suất xử lý bụi của thiết bị lọc bụi hướng tâm có hiệu suất trung bình đạt 99,50%, thiết bị rửa khí rỗng có hiệu suất trung bình đạt 81,85%, thiết bị lọc ướt có lớp đệm có hiệu suất trung bình đạt 92,67%.

Kết quả trên cho thấy hiệu suất xử lý bụi kim loại của thiết bị lọc hướng tâm cao hơn 2 thiết bị còn lại. Thiết bị lọc có lớp đệm có hiệu suất cao hơn thiết bị rửa khí rỗng, nồng độ bụi đầu ra còn cao, không đạt TCVN 5939-2005. Đồng thời xét về mặt cấu tạo thì thiết bị lọc có lớp đệm có cấu tạo phức tạp, có trở lực lớn, thiết bị dễ bị tắt nghẽn (hoặc dễ bị sặc) do bụi dính bám vào vật liệu lọc. Chi phí bảo trì, thay vật liệu lọc tốn kém.

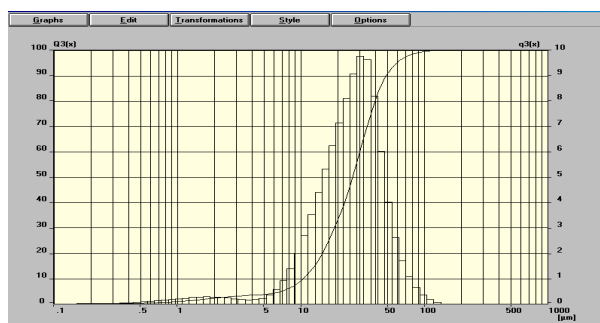
Theo lý thuyết [1, tr.262] thì thiết bị rửa khí rỗng đạt hiệu suất 94,5% (đối với bụi có giới hạn cỡ hạt bé nhất là $2 \div 5 \mu m$). Tuy nhiên trong thực nghiệm xử lý bụi kim loại có cỡ hạt $< 5 \mu m$ chiếm tỷ lệ cao (4,95%) nên hiệu suất xử lý của thiết bị rửa khí rỗng giảm, nồng độ bụi ở đầu ra tương đối cao. Qua quan sát từ quá trình lấy mẫu bụi đầu ra của mô hình

thấp rỗng, hàm lượng bụi mịn ($< 5 \mu m$) chiếm chủ yếu. Đây cũng chính là trở ngại lớn đối với thiết bị rửa khí rỗng.

Nồng độ bụi đầu ra của thiết bị lọc hướng tâm ổn định hơn so với thiết bị lọc có lớp đệm và thiết bị rửa khí rỗng, đồng thời đạt tiêu chuẩn thải (theo TCVN 3959-2005: khí thải đối với bụi đồng $20 mg/m^3$, bụi kẽm $30 mg/m^3$)

Lượng nước tiêu thụ của 3 mô hình không sai lệch nhau nhiều, nằm trong khoảng $\mu = 0,7 \div 1,2 \text{ lít}/m^3$ khí thải.

Hiệu suất xử lý của thiết bị lọc hướng tâm cao hơn thiết bị rửa khí rỗng, đặc biệt đối với những hạt bụi có kích thước $< 5 \mu m$. Điều này cũng chứng minh được rằng: với cùng một chiều cao thiết bị, cùng một thời gian lưu; dòng khí bụi nào được tiếp xúc nhiều với hạt nước (giọt sương), hay nói cách khác là mức độ xáo trộn (vận tốc chuyển động của hạt bụi thực hiện va chạm với hạt nước) giữa dòng khí bụi và hạt nước càng lớn thì hiệu quả lọc bụi càng cao.



Hình 5. Biểu đồ kích thước hạt bụi kim loại sau khi thí nghiệm



Hình 6. Thu cấn bùn để phân tích kích thước hạt bụi đầu ra

4. KẾT LUẬN

1. Bụi phát sinh trong các phân xưởng cơ khí có công đoạn mài và đánh bóng thường có kích thước nhỏ mịn; nồng độ khá cao vượt quá TCVN đối với môi trường lao động của công nhân.

2. Kết quả nghiên cứu trên 3 mô hình thực nghiệm: hiệu suất lọc của tháp đệm đạt 92,67%, tháp rửa khí rộng đạt 81,85% và tháp lọc hướng tâm đạt 99,50%. Từ đó cho thấy tháp lọc hướng tâm có hiệu quả lọc cao nhất và rất thích ứng với các nguồn ô nhiễm bụi cho các cơ sở sản xuất khác nhau;

3. Nghiên cứu này được thực hiện với mẫu bụi được lấy từ khâu mài và đánh bóng từ các cơ sở sản xuất, gia công đồ cơ khí. Kết quả này cũng có thể áp dụng cho các loại bụi khác nhau của các cơ sở sản xuất vì thiết bị này sử dụng phương pháp lọc ướt; quá trình tiếp xúc giữa dòng khí và nước là tiếp xúc trực tiếp qua lớp nước dưới đáy thiết bị; do vậy khi tăng nồng độ bụi hay kích thước của hạt bụi thì hiệu suất của thiết bị vẫn không thay đổi.

STUDY ON EXPERIMENTAL MODEL TO DETERMINE THE EFFICIENCY OF DUST REMOVAL EQUIPMENT FOR MECHANIC WORKSHOP

Dinh Xuan Thang, Nguyen Thanh Trung

Institute for Environment & Resources, VNU-HCM

ABSTRACT: Finding suitable method for selecting the most suitable dust collector for manufacturers is a very important practise which help to reduce environmental pollution and develop a stable society.

Based on available research results, the article studies the efficiency of dust removal technique for medium and small scale workshops on three equipments: wet scrubber, wet packed scrubber and centriscrub to suggest suitable dust treatment process in factories as well as the present need.

The research result on three equipments suggest that the wet packed scrubber has a minimum particle removal efficiency of 92,67% while the wet scrubber achieving removal efficiency of 81,85% and the Centriscrub achieving removal efficiency up to 99,50%. The results show that the wet cleaning

methods is the most suitable method for safe and efficient collection of dusts from various metal working applications such as deburring, polishing and grinding workshop in which the centriscrub achieves the highest efficiency.

Key words: application effect of air flow vortex, radial wet filter, tornado phenomena in nature.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1].GSTS Trần Ngọc Chấn, *Ô nhiễm không khí và xử lý khí thải Tập 1, 2, 3*, Nxb Khoa Học Kỹ Thuật. (2001).
- [2].GSTS Phạm Ngọc Đăng, *Môi trường không khí*, Nxb Khoa Học Kỹ Thuật. (1997).
- [3].Trương Đăng Vĩnh Phúc, *Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ và sản xuất thiết bị lọc ướ hướng tâm xử lý bụi và một vài loại khí axit* – Luận văn Thạc Sĩ. Viện Môi Trường & Tài Nguyên - Đại Học Quốc Gia TPHCM. (2006).
- [4].TS Nguyễn Văn Quán, *Đặc thù phân bố bụi và khí độc trong sơ đồ thông gió xuyên phòng*, Nxb Giáo Dục, (1997).
- [5].Đinh Xuân Thắng, *Nghiên cứu phương pháp lọc ướ ứng dụng hiệu ứng xoáy kết hợp với phương pháp tạo xung đánh toi dung môi hấp thụ để tăng hiệu quả lọc bụi và xử lý khí độc*, Luận án Tiến sỹ, Viện Môi Trường & Tài Nguyên - Đại Học Quốc Gia TPHCM. (2002).
- [6].Đinh Xuân Thắng, *Nghiên cứu hoàn thiện và đề xuất thiết bị lọc ướ hướng tâm tiêu chuẩn*; Đề tài cấp Bộ Mã số B 2004-04-09; Viện Môi Trường & Tài Nguyên - Đại Học Quốc Gia TPHCM. (2004).
- [7].Đinh Xuân Thắng, *Nghiên cứu thiết bị lọc ướ hướng tâm xử lý bụi và một vài loại khí axit*; Đề tài cấp Bộ Mã số B 2006-04-09; Viện Môi Trường & Tài Nguyên - Đại Học Quốc Gia TPHCM. (2006).
- [8].Nguyễn Việt Xuyên, *Nghiên cứu hoàn thiện và đề xuất thiết bị lọc ướ hướng tâm tiêu chuẩn*; Luận văn Thạc Sĩ. Viện Môi Trường & Tài Nguyên - Đại Học Quốc Gia TPHCM. (2005).