

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001 : 2008

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG

Sinh viên : Vũ Hoàng
Giảng viên hướng dẫn : ThS. Bùi Thị Vụ

HẢI PHÒNG - 2014

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH XỬ LÝ BỤI
BẰNG PHƯƠNG PHÁP LY TÂM QUY MÔ
PHÒNG THÍ NGHIỆM**

**KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG**

**Sinh viên : Vũ Hoàng
Giảng viên hướng dẫn : ThS. Bùi Thị Vụ**

HẢI PHÒNG - 2014

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Vũ Hoàng

Mã SV: 1012301004

Lớp: MT1401

Ngành: Kỹ thuật môi trường

Tên đề tài: Nghiên cứu xây dựng mô hình xử lý bụi bằng phương pháp
ly tâm quy mô phòng thí nghiệm.

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

.....

.....

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên:.....

Học hàm, học vị:.....

Cơ quan công tác:.....

Nội dung hướng dẫn:.....

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên:.....

Học hàm, học vị:.....

Cơ quan công tác:.....

Nội dung hướng dẫn:.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngàythángnăm 2014

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày tháng năm 2014

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Người hướng dẫn

Hải Phòng, ngày tháng.....năm 2014

Hiệu trưởng

GS.TS.NSUT Trần Hữu Nghị

PHẦN NHẬN XÉT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Đánh giá chất lượng của khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...):

.....

.....

.....

.....

.....

3. Cho điểm của cán bộ hướng dẫn (ghi bằng cả số và chữ):

.....

.....

.....

Hải Phòng, ngày tháng năm 2014

Cán bộ hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	6
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ BỤI.....	7
1.1. Định nghĩa và phân loại bụi	7
1.1.1. Định nghĩa bụi.....	7
1.1.2. Phân loại bụi.....	7
1.2. Nguồn gốc phát sinh bụi	9
1.2.1. Nguồn gốc tự nhiên.....	9
1.2.2. Nguồn ô nhiễm nhân tạo	9
1.3. Hiện trạng ô nhiễm bụi của Việt Nam	9
1.4. Ảnh hưởng của ô nhiễm bụi.....	12
1.4.1. Đối với quá trình sản xuất.....	12
1.4.2. Đối với sức khỏe con người.....	12
1.5. Tính chất hóa lý của bụi	13
1.5.1. Tính phân tán.....	13
1.5.2. Tính bám dính	15
1.5.3. Tính mài mòn	15
1.5.4. Tính thấm	16
1.5.5. Tính nhiễm điện của hạt bụi.....	16
1.5.6. Tính cháy nổ.....	17
1.5.7. Tính lắng bụi do nhiệt	17
CHƯƠNG 2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ BỤI.....	18
2.1. Xử lý bụi bằng phương pháp khô.....	18
2.1.1. Xử lý bụi bằng buồng lắng.....	18
2.1.2. Xử lý bụi bằng túi vải.....	21
2.1.3. Xử lý bụi bằng thiết bị lắng quán tính.....	23
2.1.4. Xử lý bụi bằng phương pháp ly tâm	24
2.1.5. Xử lý bụi bằng phương pháp lọc bụi tĩnh điện	27
2.2. Xử lý bụi bằng phương pháp ướt	30
2.2.1. Xử lý bụi bằng phương pháp sử dụng buồng phun.....	30
2.2.2. Xử lý bụi bằng phương pháp sử dụng Cyclone màng nước	32
2.2.3. Xử lý bụi bằng phương pháp xử dụng tháp tạo bọt	34
2.3. So sánh các thiết bị xử lý bụi	36
CHƯƠNG 3. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	39
3.1. Nội dung nghiên cứu	39
3.2. Phương pháp nghiên cứu.....	39
3.2.1. Phương pháp xây dựng mô hình	39
3.2.2. Phương pháp xác định các thông số.....	40

3.2.3. Phương pháp nghiên cứu xử lý bụi bằng mô hình Cyclone.....	41
CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU	43
4.1. Nghiên cứu xây dựng mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone quy mô PTN.....	43
4.1.1. Tính toán kích thước của mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone	43
4.1.3. Nguyên lý hoạt động của mô hình	47
4.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố đến hiệu suất lọc bụi của mô hình Cyclone.....	48
4.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của kích thước hạt đến hiệu suất xử lý	48
4.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của vận tốc dòng khí cấp vào đến hiệu suất xử lý	49
4.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ bụi đến hiệu suất xử lý	51
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	52
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	53

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

PTN	:	Phòng thí nghiệm
KCN	:	Khu công nghiệp
KTTĐ	:	Kinh tế trọng điểm

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Bảng phân loại bụi theo kích thước	8
Bảng 1.2. Tải lượng các chất ô nhiễm không khí từ các KCN thuộc các tỉnh của 4 vùng KTTĐ năm 2009	10
Bảng 1.3. Tỷ lệ % của bụi theo kích thước	14
Bảng 1.4. Tỷ lệ lắng bụi cao lanh trên đường hô hấp	14
Bảng 2.1. So sánh các thiết bị lọc bụi	36
Bảng 4.1. Thông số đầu vào của hệ thống lọc bụi Cyclone.....	43
Bảng 4.2. Kích thước mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone.....	45
Bảng 4.3. Thông số đặc trưng của 3 loại bụi đã thử nghiệm	48
Bảng 4.6. Kết quả về ảnh hưởng của nồng độ bụi đến hiệu suất xử lý.....	51
Bảng 4.4. Hiệu suất xử lý 3 loại bụi bằng mô hình.....	48
Bảng 4.5. Ảnh hưởng của vận tốc cấp khí đến hiệu suất xử lý.....	50

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Hàm lượng bụi lơ lửng trong không khí xung quanh một số KCN miền Bắc và miền Trung từ năm 2006 - 2008	11
Hình 2.1. Buồng lắng bụi kiểu đơn giản nhất	19
Hình 2.2. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị lọc bụi túi vải tròn làm sạch bằng rung rũ	22
Hình 2.3. Thiết bị lọc bụi quán tính	23
Hình 2.4. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị Cyclone	25
Hình 2.5. Cấu tạo của lọc bụi tĩnh điện.....	28
Hình 2.6. Nguyên lý hoạt động của bộ lọc bụi	29
Hình 2.7. Sơ đồ nguyên lý buồng phun	31
Hình 2.8. Sơ đồ hệ thống Cyclon màng nước.....	33
Hình 2.9. Sơ đồ nguyên lý tháp tạo bọt.....	35
Hình 4.1. Sơ đồ mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone.....	46
Hình 4.2. Mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone quy mô phòng thí nghiệm	47

MỞ ĐẦU

Phát triển kinh tế đi đôi với bảo vệ môi trường là chủ đề nóng bỏng được sự quan tâm và ủng hộ của nhiều nước trên thế giới.

Một trong những vấn đề đặt ra cho các nước đang phát triển trong đó có Việt Nam là cải thiện môi trường ô nhiễm do các chất ô nhiễm phát sinh từ nền công nghiệp và hoạt động sản xuất. Điển hình như các ngành công nghiệp cao su, hóa chất, công nghiệp thực phẩm, y dược, luyện kim xi mạ, vật liệu xây dựng, đặc biệt là ngành vật liệu xây dựng đang phát triển mạnh mẽ.

Trong những năm gần đây, tình hình kinh tế đã có những bước phát triển mạnh mẽ, sự tăng dân số đã làm ảnh hưởng trầm trọng đến môi trường sinh thái tự nhiên về các mặt như: khí thải, tiếng ồn, rác thải... và vấn đề cần quan tâm nhiều hơn là khí thải công nghiệp.

Hiện nay, mỗi ngày lượng khí thải khổng lồ được thải ra từ các hoạt động giao thông vận tải và công nghiệp nhưng hầu hết các nhà máy xí nghiệp chưa xử lý hoặc xử lý chưa đạt yêu cầu. Đặc biệt là vấn đề ô nhiễm bụi đối với môi trường không khí đã làm ảnh hưởng rất lớn đến sức khỏe của con người và môi trường xung quanh.

Vì vậy, xử lý ô nhiễm không khí do bụi là vấn đề rất cấp thiết. Trước vấn đề cần thiết đó, đề tài “Nghiên cứu mô hình xử lý bụi bằng phương pháp li tâm quy mô phòng thí nghiệm” đã được lựa chọn làm khóa luận tốt nghiệp.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ BỤI

1.1. Định nghĩa và phân loại bụi [6]

1.1.1. Định nghĩa bụi

Bụi là tập hợp nhiều hạt có kích thước bé, tồn tại lâu trong không khí dưới dạng bụi bay, bụi lắng và các hệ khí dung nhiều pha gồm hơi, khói, sương mù.

Bụi bay có kích thước từ $0,002-10\mu m$ bao gồm tro, muối, khói và những hạt rắn được nghiền nhỏ, chuyển động theo kiểu Brownian hoặc rơi xuống đất với vận tốc không đổi theo định luật Stoke. Về mặt sinh học, bụi này thường gây tổn thương nặng cho cơ quan hô hấp, nhất là khi phổi nhiễm bụi thạch anh (silicose) do hít phải không khí có chứa bụi bioxit silic lâu ngày.

Bụi lắng có kích thước lớn hơn $10\mu m$, thường rơi nhanh xuống đất theo định luật Newton với tốc độ tăng dần. Về mặt sinh học, bụi này thường gây tổn hại cho da, mắt, gây nhiễm trùng, gây dị ứng.

1.1.2. Phân loại bụi

a. Phân loại bụi theo nguồn gốc

Bụi có thể có nguồn gốc hữu cơ hoặc vô cơ:

- Bụi hữu cơ như bụi thực vật (gỗ, bông), bụi động vật (len, lông, tóc), bụi nhân tạo (nhựa hóa học, cao su).

- Bụi vô cơ như bụi khoáng chất (thạch anh, amiăng), bụi kim loại (sắt, đồng, chì).

b. Phân loại bụi theo tác hại

Theo tác hại bụi có thể phân ra:

- Bụi nhiễm độc chung (chì, thủy ngân, benzen)

- Bụi gây dị ứng viêm mũi, hen, nổi ban...(bụi bông, gai, phân hóa học, một số tinh dầu gỗ...)

- Bụi gây ung thư (bụi quặng, crom, các chất phóng xạ...)

- Bụi xơ hóa phổi (thạch anh, quặng amiăng...)

c. Phân loại bụi theo kích thước

Phân loại bụi theo kích thước dựa theo bảng 1.1.

Bảng 1.1. Bảng phân loại bụi theo kích thước

Thang đo ϕ	Khoảng kích thước (mm)	Khoảng kích thước (inch)	Tên chung (lớp Wentworth)
< -8	> 256 mm	> 10,1 in	Đá tảng
-6 đến -8	64–256 mm	2,5–10,1 in	Đá cuội
-5 đến -6	32–64 mm	1,26–2,5 in	Sỏi rất thô
-4 đến -5	16–32 mm	0,63–1,26 in	Sỏi thô
-3 đến -4	8–16 mm	0,31–0,63 in	Sỏi trung bình
-2 đến -3	4–8 mm	0,157–0,31 in	Sỏi mịn
-1 đến -2	2–4 mm	0,079–0,157 in	Sỏi rất mịn
0 đến -1	1–2 mm	0,039–0,079 in	Hạt rất thô
1 đến 0	½–1 mm	0,020–0,039 in	Hạt thô
2 đến 1	¼–½ mm	0,010–0,020 in	Hạt trung bình
3 đến 2	125–250 μm	0,0049–0,010 in	Hạt mịn
4 đến 3	62,5–125 μm	0,0025–0,0049 in	Hạt rất mịn
8 đến 4	3,90625–62,5 μm	0,00015–0,0025 in	Bùn (bột)
> 8	< 3,90625 μm	< 0,00015 in	Hạt sét
>10	< 1 μm	< 0,000039 in	Hệ keo

[Nguồn: http://vi.wikipedia.org/wiki/Kích_thước_hạt]

Ghi chú : Thang đo phi (ϕ) Krumbein, một sự sửa đổi từ thang đo Wentworth được **W. C. Krumbein** tạo ra, là một **thang đo lôgarit**, được tính theo công thức:

$$\varphi = -\log_2 (\text{kích thước hạt theo mm})$$

Thang phân chia theo logarit được nhiều nhà trầm tích học và thổ nhưỡng học trên thế giới công nhận và sử dụng rộng rãi hơn vì họ cho rằng sự phân bố thành phần các hạt trong tự nhiên tuân theo luật logarit.

1.2. Nguồn gốc phát sinh bụi [4]

1.2.1. Nguồn gốc tự nhiên

Các hoạt động tự nhiên có thể làm tăng hàm lượng bụi tại một thời điểm và một không gian nào đó như gió lốc, bão tố mang theo bụi đất cát trên mặt đất tung vào bầu không khí. Núi lửa hoạt động có thể phun vào bầu khí quyển một lượng bụi khổng lồ, hay cháy rừng tại những khu vực hanh khô kéo dài cũng tạo ra một lượng bụi rất lớn.

Những hiện tượng như trên không xảy ra liên tục, tốc độ phát tán lớn và phân tán ra một vùng rộng lớn nên hàm lượng bụi giảm nhanh. Nhìn chung ô nhiễm bụi do thiên nhiên tạo ra về khối lượng là rất lớn, song thường phân bố trong một không gian rộng, không liên tục nên ít gây nguy hại.

1.2.2. Nguồn ô nhiễm nhân tạo

Nguồn ô nhiễm nhân tạo rất đa dạng nhưng chủ yếu do hoạt động công nghiệp, khai khoáng, giao thông vận tải, xây dựng, đốt nhiên liệu hoá thạch, nông nghiệp và các hoạt động khác... Đốt nhiên liệu thải ra bụi than, tro. Chế hoá quặng tạo ra bụi uranium. Khai khoáng, giao thông vận tải, luyện kim sản xuất xi măng, sản xuất hoá chất, xây dựng... thải ra bụi khoáng vô cơ. Các cơ sở sản xuất ắc quy thải ra bụi chì. Bụi phấn hoa, bông, nấm lại có nguồn gốc thực vật. Bụi dạng lông tóc có nguồn gốc động vật...

Các nguồn ô nhiễm nhân tạo nguy hiểm ở chỗ rất dễ xảy ra hiện tượng cục bộ với nồng độ cao gây tác hại lớn đối với người và sinh vật.

1.3. Hiện trạng ô nhiễm bụi của Việt Nam

Trong những năm gần đây nền kinh tế nước ta phát triển với tốc độ cao. Nhiều khu công nghiệp tập trung đã, đang và sẽ được xây dựng, kéo theo giao

thông vận tải phát triển, các phương tiện giao thông ngày càng nhiều... Tất cả các yếu tố tăng trưởng trên chắc chắn sẽ kéo theo ô nhiễm môi trường ngày càng trầm trọng hơn, đặc biệt là ô nhiễm bụi.

Nền kinh tế nước ta tăng trưởng nhanh, công nghiệp phát triển mạnh đòi hỏi phải có nguyên liệu và năng lượng phục vụ cho sản xuất nên đòi hỏi các ngành khai thác mỏ phát triển. Ngành khai thác mỏ và vận chuyển các sản phẩm khai thác đã gây ô nhiễm bụi nay lại càng nặng nề hơn. Một trong những loại khai thác gây ô nhiễm bụi nghiêm trọng là khai thác than. Theo một số tài liệu đã công bố, cứ khai thác 1000 tấn than trong mỏ hầm lò tạo ra từ 10 - 12 kg bụi, lượng bụi này sinh ra trong quá trình vận chuyển than từ mỏ về nơi tập kết hoặc các bến cảng và quá trình sàng tuyển.

Trong thực tế khai thác than lộ thiên lượng bụi tạo ra gấp đôi khai thác hầm lò. Theo dự kiến đến năm 2025 tại vùng mỏ Quảng Ninh lượng than sẽ khai thác là 1 tỷ tấn than. Ước tính lượng bụi tạo ra từ khai thác và vận chuyển than khoảng 30 triệu tấn bụi.

Lượng bụi thải ra từ các hoạt động nhân tạo của con người là tương đối lớn, đặc biệt là các khu công nghiệp. Thải lượng bụi từ các khu công nghiệp của Việt Nam được thể hiện trong bảng 1.2.

Bảng 1.2. Thải lượng các chất ô nhiễm không khí từ các KCN thuộc các tỉnh của 4 vùng KTTĐ năm 2009

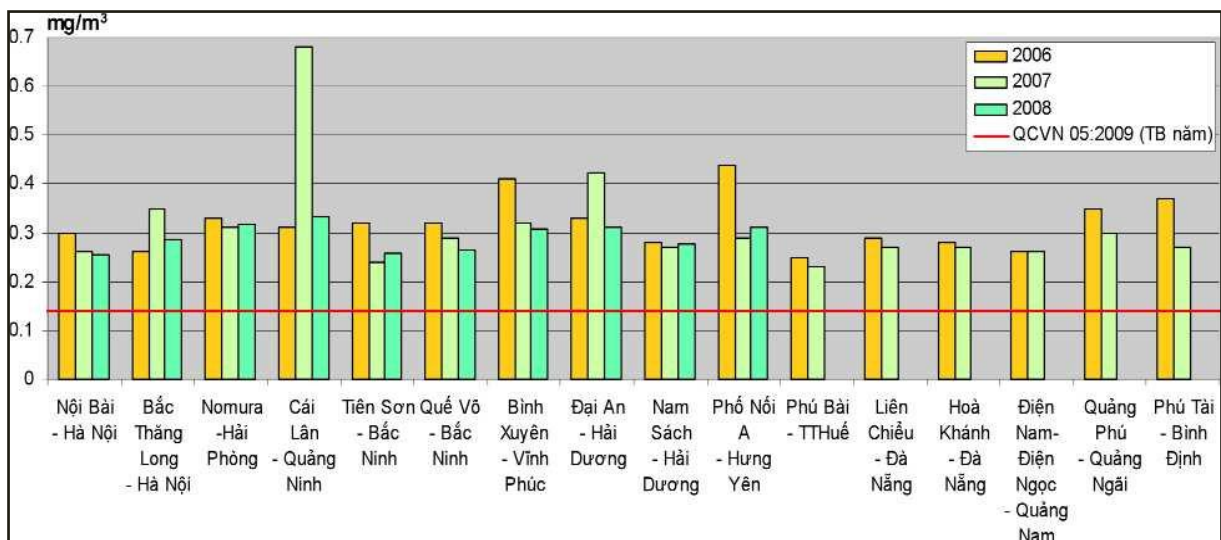
STT	Khu vực	Thải lượng bụi (kg/ngày)
A.	Vùng KTTĐ Bắc Bộ	22.173
1	Hà Nội	5.231
2	Hải Phòng	2.006
3	Quảng Ninh	1.151
4	Hải Dương	3.404
5	Hưng Yên	1.766
B.	Vùng KTTĐ miền Trung	8.409

1	Đà Nẵng	3.402
C.	Vùng KTTĐ phía Nam	59.116
1	TP HCM	8.251
2	Đồng Nai	25.606
3	Bình Dương	6.564

[Nguồn: Trung tâm Công nghệ Môi trường (ENTEC), tháng 5/2009]

Các ngành công nghiệp như: nhiệt điện, sản xuất xi măng, vật liệu xây dựng, luyện kim ... cũng là những ngành gây ô nhiễm bụi nghiêm trọng vì phần lớn các nhà máy xí nghiệp chưa được trang bị hệ thống xử lý bụi ngay từ nguồn phát ra.

Tình trạng ô nhiễm bụi tại các KCN diễn ra khá phổ biến, đặc biệt vào mùa khô và đối với các KCN đang trong qua trình xây dựng. Hàm lượng bụi lơ lửng trong không khí xung quanh của các KCN qua các năm đều vượt QCVN theo biểu đồ 1.1.



Hình 1.1. Hàm lượng bụi lơ lửng trong không khí xung quanh một số KCN miền Bắc và miền Trung từ năm 2006 - 2008

[Nguồn: Trung tâm Công nghệ Môi trường (ENTEC), tháng 5/2009]

Nền kinh tế phát triển, tốc độ đô thị hoá nhanh đòi hỏi phải xây dựng cơ sở hạ tầng như mặt bằng để xây dựng các khu công nghiệp, đường giao thông được nâng cấp mở rộng và làm mới một lượng đất đỏ khổng lồ được vận chuyển

trên các đường giao thông không tránh khỏi vương vãi ra đường, mật độ phương tiện giao thông dày đặc càng làm cho hiện tượng ô nhiễm bụi trên các đường giao thông của nước ta vượt rất nhiều lần mức cho phép.

Trước thực trạng trên cần phải có một giải pháp hữu hiệu làm hạn chế ô nhiễm bụi tại các tuyến đường có mức độ ô nhiễm nặng và các khu đô thị là vấn đề cấp bách vì nó không chỉ ảnh hưởng đến mỹ quan giao thông mà nó còn ảnh hưởng tới sức khoẻ cộng đồng.

1.4. Ảnh hưởng của ô nhiễm bụi [4]

1.4.1. Đối với quá trình sản xuất

Trong đa số các ngành công nghiệp và nông nghiệp tại Việt Nam, phần lớn các khâu sản xuất đều phát sinh ra bụi. Bụi có thể phủ lên bề mặt các thiết bị sản xuất làm tăng khả năng ăn mòn, gây hư hỏng bề mặt của thiết bị sản xuất.

Bụi sinh ra trong các đường ống hay các hệ thống quạt gió sau một thời gian dài làm giảm hiệu suất của thiết bị hoặc nếu không được xử lý có thể gây tắc nghẽn, hư hại thiết bị.

Bụi bám thành lớp dày từ 1-5 cm có thể làm giảm khả năng trao đổi nhiệt của các thiết bị phát ra nhiệt trong quá trình hoạt động với môi trường. Làm giảm tuổi thọ của các thiết bị này.

1.4.2. Đối với sức khỏe con người

Bụi có thể gây tổn thương đối với mắt, da hoặc hệ tiêu hoá (một cách ngẫu nhiên), nhưng chủ yếu vẫn là sự thâm nhập của bụi do hít thở.

Mũi với các ống dẫn khí uốn lượn có bề mặt bao phủ bởi chất nhầy cùng với lông mũi được xem như một nhà máy lọc bụi rất hiệu quả đối với các hạt có kích thước trên 10mm và một tỷ lệ đáng kể đối với các hạt có kích thước từ 2,5mm.

Các hạt có kích thước nhỏ hơn 10mm còn lại tiếp tục đi sâu vào các ống khí quản. Tại đây các hạt bụi lớn bị lắng đọng hoặc dính vào thành ống dẫn do va đập rồi nhờ chất nhầy và lớp lông của tế bào biểu bì chúng bị chuyển hoá dần lên phía trên để cuối cùng bị khạc ra ngoài hoặc bị nuốt chửng vào đường

tiêu hoá. Các hạt có kích thước nhỏ hơn từ $1 \div 2\text{mm}$ tiếp tục đi sâu vào tận các vùng thở của phổi và hầu như bị lắng đọng ở đó.

Các loại bụi có kích thước nhỏ hơn nữa dưới $0,5\text{mm}$ thì tránh được sự lắng đọng ngay cả trong không gian thở của phổi và lại được thở ra. Nếu kích thước hạt bụi tiếp tục giảm xuống thì đến một cấp nào đó sự khuếch tán nguyên tử cộng với chuyển động Brown của những hạt rất nhỏ trở thành có ý nghĩa và sự lắng đọng lại tăng lên. Các quá trình này phụ thuộc vào tần số thở và khối lượng không khí hít vào thở ra của mỗi người, vì thế có sự khác nhau nhất định từ người này sang người khác.

Loại bụi của vật liệu có tính ăn mòn hoặc độc tan trong nước mà lắng đọng ở mũi, mồm hay đường hô hấp trên có thể gây tổn thương như làm thủng rách các mô, vách ngăn mũi... Loại bụi này vào sâu bên trong phổi có thể bị hấp thụ vào cơ thể và gây nhiễm độc hoặc gây dị ứng bằng sự co thắt đường hô hấp như bệnh hen suyễn. Đại diện cho nhóm bụi độc hại dễ tan trong nước là các muối của chì. Các nhà nghiên cứu về độc tố học đã xác định rằng: nếu đưa vào cơ thể 1 gam bụi chì trong một lần và không được thoát ra ngoài do nôn mửa thì hậu quả chắc chắn là tử vong, liều lượng 10 mg hàng ngày gây bệnh cấp tính nghiêm trọng và 1mg/ngày gây bệnh mãn tính.

Một trong những loại bệnh nguy hại lớn cho sức khỏe là bệnh bụi phổi, các loại bụi gây tác hại lâu dài như: bụi silic, bụi amiăng, bụi kim loại, bụi bông...

1.5. Tính chất hóa lý của bụi [7]

1.5.1. Tính phân tán

Phân tán là trạng thái của bụi trong không khí, phụ thuộc vào trọng lượng hạt bụi (sức nặng) và sức cản của không khí. Bụi bé hơn $10\mu\text{m}$ thì sức cản gần bằng sức nặng, chúng sẽ rơi theo tốc độ không đổi. Bụi có kích thước lớn, sức nặng lớn hơn sức cản nên sẽ rơi theo vận tốc tăng dần (bụi rơi có gia tốc). Như vậy những hạt có kích thước lớn sẽ rơi xuống đất còn các hạt bé hơn sẽ bay trong không khí, trong đó bụi cỡ $2 \mu\text{m}$ chiếm 40-90%. Ví dụ bụi thạch anh cỡ 10

μm trong không khí chuyển động mỗi giây rơi xuống được 7,87 mm, bằng 100 lần tốc độ của hạt bụi có kích thước 1 μm (0,078 mm/s). Tính chất này cho ta thấy rõ ảnh hưởng của bụi đến việc thâm nhập vào cơ quan hô hấp và đến phương pháp phòng chống bụi. Bảng 1.3 giới thiệu mức độ phân tán của một số loại bụi trong sản xuất (theo Piky).

Bảng 1.3. Tỷ lệ % của bụi theo kích thước [7]

Thao tác	Loại bụi	$\leq 2\mu\text{m}$	2-5 μm	5-10 μm	>10 μm
Tiện	Gỗ	48	20.0	20.0	8.0
Phay	Kim loại	37	31.5	9.5	2.0
Mài	Đá	62	24.5	10.0	3.5

Bảng 1.4. Tỷ lệ lắng bụi cao lanh trên đường hô hấp [7]

Kích thước (μm)	% lắng đọng chung	% đọng ở đường hô hấp	% đọng ở phế bào
0.5	47.8	9.2	34.5
0.9	63.5	16.5	50.5
1.3	68.7	26.5	34.8
1.6	71.7	46.5	25.9
5.0	92.3	82.7	9.8

Tùy theo mức độ phân tán của bụi, sự lắng đọng của bụi khác nhau ở các bộ phận của cơ quan hô hấp. Bảng 1.4 giới thiệu sự lắng đọng của bụi cao lanh theo Paul, Hatch 1956. Số liệu trong bảng cho thấy % bụi lắng đọng ở đường hô hấp trên tăng theo kích thước hạt bụi, còn bụi đọng lại ở phế bào thường là những hạt bụi dưới 2 μm .

1.5.2. Tính bám dính

Tính bám dính của hạt xác định xu hướng kết dính của chúng. Độ kết dính của hạt tăng có thể làm cho thiết bị lọc bị nghẽn do sản phẩm lọc. Kích thước hạt càng nhỏ thì chúng càng dễ bám dính vào bề mặt thiết bị. Bụi có 60 - 70% hạt có đường kính nhỏ hơn $10\mu m$ được coi là bụi kết dính.

Bảng 1.5. Phân loại bụi theo độ bám dính [7]

Đặc trưng kết dính của bụi	Tên gọi
Không kết dính	Bụi xỉ khô, bụi thạch anh (cát khô), bụi sét khô.
Kết dính yếu	Tro bay chứa nhiều sản phẩm chưa cháy, bụi than cốc, bụi magezit ($MgCO_3$) khô, tro phiến thạch, bụi apatit khô, bụi lò cao, bụi đỉnh lò.
Kết dính vừa	Tro bay chết hết, tro than bùn, bụi than bùn, bụi magezit ẩm, bụi kim loại, bụi pirit, các oxit của chì, kẽm và thiếc, bụi xi măng khô, bồ hóng, sữa khô, bụi tinh bột, mặt cưa.
Kết dính mạnh	Bụi xi măng thoát ra từ không khí ẩm, bụi thạch cao và thạch cao mịn, phân bón, supperphotphat kép, bụi clinke, natri chứa muối, bụi sợi, tất cả các loại bụi có kích thước nhỏ hơn $10\mu m$.

1.5.3. Tính mài mòn

Tính mài mòn của bụi đặc trưng cho cường độ mài mòn kim loại ở vận tốc như nhau của khí và nồng độ như nhau của bụi. Nó phụ thuộc vào độ cứng, hình dạng, kích thước và mật độ của hạt. Tính mài mòn của bụi được tính đến

khi chọn vận tốc của khí, chiều dày của thiết bị và đường ống dẫn khí cũng như chọn vật liệu ốp của thiết bị.

1.5.4. Tính thấm

Tính thấm nước có ảnh hưởng nhất định đến hiệu quả của thiết bị lọc bụi kiểu ướt, đặc biệt khi thiết bị làm việc có tuần hoàn. Khi các hạt khó thấm tiếp xúc với bề mặt chất lỏng, chúng bị bề mặt chất lỏng bao bọc. Ngược lại đối với các hạt dễ thấm chúng không bị nhúng chìm hay bao phủ bởi các hạt lỏng, mà nổi trên bề mặt nước. Sau khi bề mặt chất lỏng bao bọc phần lớn các hạt, các hạt còn lại tiếp tục tới gần chất lỏng, do kết quả của sự va đập đàn hồi với các hạt được nhúng chìm trước đó, chúng có thể bị đẩy trở lại dòng khí, do đó hiệu quả lọc thấp.

Các hạt phẳng dễ thấm hơn so với các hạt có bề mặt không đều. Sở dĩ như vậy là do các hạt có bề mặt không đều hầu hết được bao bọc bởi vỏ khí được hấp thụ cản trở sự thấm.

1.5.5. Tính nhiễm điện của hạt bụi

Tính mang điện của bụi ảnh hưởng đến trạng thái của bụi trong đường ống và hiệu suất của bụi (đối với thiết bị lọc bằng điện, thiết bị lọc kiểu ướt...). Ngoài ra tính mang điện còn ảnh hưởng đến an toàn cháy nổ và tính bám dính.

Nhờ kính hiển vi, người ta xác định được điện tích của hạt bụi. Bụi đặt trong một điện trường 3000 Volt sẽ bị hút với tốc độ khác nhau tùy theo kích thước của hạt bụi. Do đó, khi thiết kế hệ thống xử lý bụi bằng tĩnh điện cần lưu ý đến kích thước hạt bụi.

Bảng 1.6. Tốc độ hút bụi của điện thế 3000 Volt [7]

Đường kính (μm)	Tốc độ (cm/s)
100	885
10.0	88.5
1.00	8.85
0.10	0.88

1.5.6. Tính cháy nổ

Bụi cháy được do bề mặt tiếp xúc với oxy trong không khí, có khả năng tự bốc cháy và tạo thành hỗn hợp nổ với không khí. Cường độ nổ của bụi phụ thuộc vào tính chất hóa học, tính chất nhiệt của bụi, kích thước và hình dạng của các hạt, nồng độ của chúng trong không khí, độ ẩm và thành phần của khí, kích thước và nhiệt độ nguồn cháy.

1.5.7. Tính lắng bụi do nhiệt

Nếu cho khói chuyển động từ một ống có nhiệt độ cao sang một ống có nhiệt độ thấp hơn rất nhiều sẽ có hiện tượng phần lớn khói lắng đọng trên bề mặt ống lạnh hơn. Hiện tượng này là do sự trầm lắng của các hạt do sự giảm tốc độ chuyển động của phân tử khí theo nhiệt độ.

CHƯƠNG 2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ BỤI

2.1. Xử lý bụi bằng phương pháp khô [1,2,3]

Phương pháp lọc bụi khô thường dùng để thu hồi các loại bụi có thể tận dụng lại hoặc tái chế

2.1.1. Xử lý bụi bằng buồng lắng

a. Cấu tạo

Cấu tạo của buồng lắng rất đơn giản - đó là một không gian hình hộp có tiết diện ngang lớn hơn nhiều lần so với tiết diện đường ống dẫn khí.

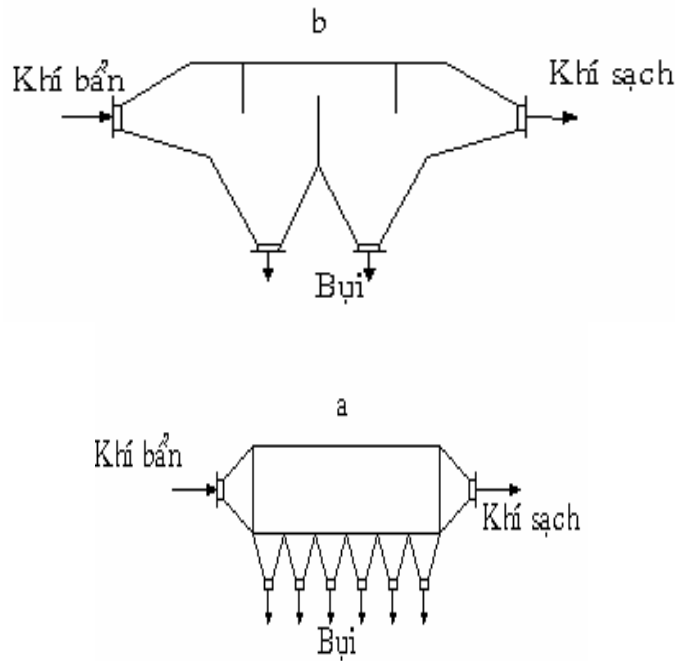
b. Nguyên tắc

Trong buồng lắng, hạt bụi tách ra khỏi dòng không khí dưới tác dụng của lực trọng trường và có hướng rơi xuống đất. Đồng thời, hạt bụi chịu lực ma sát của các phân tử khí.

c. Nguyên lý hoạt động

Nguyên lí chung của phương pháp này là dựa vào sự thay đổi tốc độ đột ngột của dòng khí làm cho động năng của dòng khí giảm, làm cho năng lượng của hạt bụi giảm và do chúng có khối lượng lớn nên dưới tác dụng của trọng lực trái đất nó sẽ chìm xuống đáy buồng lắng.

Buồng lắng bụi được ứng dụng để lắng bụi thô có kích thước hạt từ 60-70 μ m trở lên. Tuy vậy, các hạt có kích thước nhỏ hơn vẫn có thể bị giữ lại trong buồng lắng. Một vài ứng dụng thiết bị này là dùng trong lò vôi, lò đốt và các nhà máy chế biến thức ăn gia súc.



*Hình 2.1. a, Buồng lắng bụi kiểu đơn giản nhất
b, Buồng lắng bụi có vách ngăn*

Để tính toán buồng lắng, vận tốc rơi của hạt bụi trong không khí (hay “vận tốc treo”) được xác định bằng công thức tính toán hay tra biểu đồ phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất môi trường, kích thước hạt bụi và trọng lượng riêng của hạt bụi.

Hạt bụi rơi trong không khí do tác dụng của trọng lượng bản thân G và chịu sức cản của môi trường không khí P_{ms} với vận tốc rơi v_{tr} được tính bằng công thức Stốc :

$$G = V \times (\rho_v - \rho_k) \times g \quad \left[\frac{N}{s} \right]$$

$$P_{ms} = c \times \frac{\pi \times \delta^2}{4} \times \frac{v^2}{2} \times \rho_k \quad \left[\frac{N}{s} \right]$$

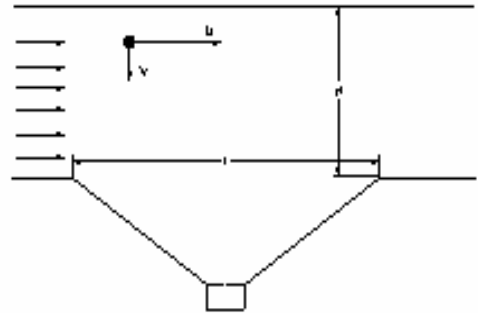
Công thức Stốc:

$$v_{tr} = \delta^2 \sqrt{\rho_v - \rho_k} \times \frac{g}{18 \times \mu} \quad \left[\frac{m}{s} \right]$$

Người ta thường cấu trúc buồng lắng bụi theo phương ngang. Dòng khí chứa hạt bụi đi ngang qua không gian buồng lắng với vận tốc được dàn đều trên

toàn mặt cắt ngang. Thông thường tốc độ dòng khí không vượt quá 0,3m/s trên toàn mặt cắt ngang. Điều kiện để 1 hạt bụi lắng trong buồng bụi là:

$$L \geq \frac{u}{v_{tr}} \times H$$



u - Tốc độ dòng khí trong buồng lắng.

v - Tốc độ treo của hạt bụi.

H - Chiều cao khoảng lắng trong buồng.

L - Chiều dài khoảng lắng trong buồng.

Để giảm bớt kích thước buồng lắng người ta có thể chia chiều cao buồng lắng thành nhiều ngăn theo phương ngang để giảm chiều cao tính toán H.

d. Ưu, nhược điểm và phạm vi ứng dụng

Ưu điểm

- Loại bỏ được các loại bụi có kích thước lớn.
- Vận hành đơn giản.
- Không tốn nhiều năng lượng vận hành.

Nhược điểm:

- Buồng lắng bụi có hiệu suất thấp, chỉ thu được các hạt bụi lớn nên thường chỉ dùng để thu lại phế liệu như cát, phoi bào, mùn cưa... Với các hạt <90 μm hiệu quả lắng đạt 46 ~ 75%.

Phạm vi ứng dụng

- Sử dụng để xử lý các loại bụi có kích thước lớn trong các ngành công nghiệp luyện kim, chế biến gỗ, sản xuất vật liệu xây dựng...

2.1.2. Xử lý bụi bằng túi vải

a. Cấu tạo

Hệ thống này bao gồm những túi vải hoặc túi sợi đan lại, dòng khí có thể lẫn bụi được hút vào trong ống nhờ một lực hút của quạt li tâm. Những túi này được đan lại hoặc chế tạo cho kín một đầu. Hỗn hợp khí bụi đi vào trong túi, kết quả là bụi được giữ lại trong túi.

b. Nguyên tắc

Bụi càng bám nhiều vào các sợi vải thì trở lực do túi lọc càng tăng. Túi lọc phải làm sạch theo định kỳ, tránh quá tải cho các quạt hút, làm cho dòng khí có lẫn bụi không thể vào túi lọc. Để làm sạch túi có thể dùng biện pháp rũ túi để làm sạch bụi ra khỏi túi hoặc có thể dùng các sóng âm truyền trong không khí hoặc rũ túi bằng phương pháp đổi ngược chiều dòng khí, dùng áp lực hoặc ép từ từ.

c. Nguyên lý hoạt động

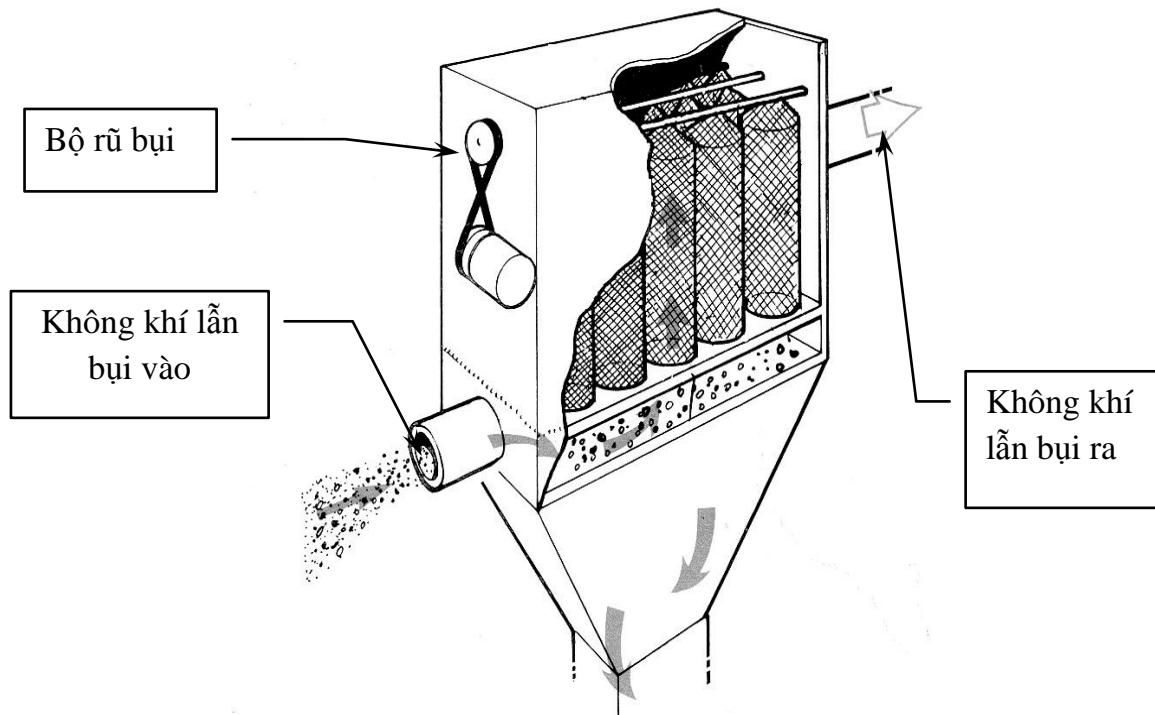
Nguyên lý lọc bụi túi vải như sau: cho không khí lẫn bụi đi qua 1 tấm vải lọc, ban đầu các hạt bụi lớn hơn khe giữa các sợi vải sẽ bị giữ lại trên bề mặt vải theo nguyên lý rây, các hạt nhỏ hơn bám dính trên bề mặt sợi vải lọc do va chạm, lực hấp dẫn và lực hút tĩnh điện, dần dần lớp bụi thu được dày lên tạo thành lớp màng trợ lọc, lớp màng này giữ được cả các hạt bụi có kích thước rất nhỏ. Hiệu quả lọc đạt tới 99,8% và lọc được cả các hạt rất nhỏ là nhờ có lớp trợ lọc. Sau 1 khoảng thời gian lớp bụi sẽ rất dày làm sức cản của màng lọc quá lớn, ta phải ngưng cho khí thải đi qua và tiến hành loại bỏ lớp bụi bám trên mặt vải. Thao tác này được gọi là hoàn nguyên khả năng lọc.

Vải lọc có thể là vải dệt hay vải không dệt, hay hỗn hợp cả 2 loại. Nó thường được làm bằng sợi tổng hợp để ít bị ngấm hơi ẩm và bền chắc. Chiều dày vải lọc càng cao thì hiệu quả lọc càng lớn.

Một vài căn cứ để chọn túi lọc là nhiệt độ nung chảy, tính kháng axit hoặc kháng kiềm, tính chống mài mòn, chống co và năng suất lọc của từng loại vải.

Một vài loại sợi thường được dùng bao gồm sợi bông, sợi len, nylon, sợi amiăng, sợi silicon, sợi thủy tinh.

Thiết bị lọc bụi túi vải thường đặt phía sau thiết bị lọc bụi cơ học để giữ lại những hạt bụi nhỏ mà quá trình lọc cơ học không giữ lại được. Khi các hạt bụi thô hoàn toàn đã được tách ra thì lượng bụi trong túi sẽ giảm đi.



Hình 2.2. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị lọc bụi túi vải tròn làm sạch bằng rung rũ

d. Ưu, nhược điểm và phạm vi ứng dụng

Ưu điểm:

- Xử lý tốt các loại bụi có kích thước nhỏ
- Chi phí lắp đặt rẻ
- Hoạt động với tần suất lớn
- Cấu tạo đơn giản

Nhược điểm:

- Hoạt động trong điều kiện ít biến động

- Yêu cầu hoàn nguyên vật liệu lọc định kỳ
- Hoạt động kém trong điều kiện độ ẩm cao

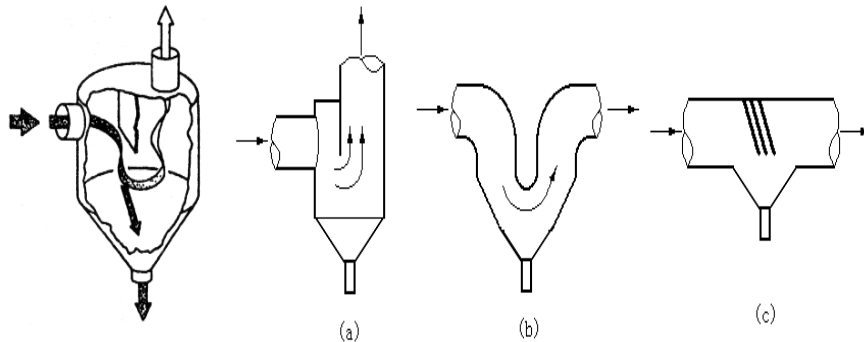
Phạm vi ứng dụng:

- Một vài ứng dụng của túi lọc là trong các nhà máy xi măng, lò đốt, lò luyện thép và máy nghiền ngũ cốc.
- Ứng dụng phổ biến trong xử lý bụi trong nhiều ngành công nghiệp như luyện kim, sản xuất xi măng, sản xuất thủy tinh, may mặc....

2.1.3. Xử lý bụi bằng thiết bị lắng quán tính

a. Cấu tạo

Một số dạng thiết bị lọc bụi kiểu quán tính: venture, kiểu màn chắn uốn cong, kiểu lá sách, kiểu quán tính kết hợp với buồng lắng bụi, thiết bị lọc tro lò hơi của Ambuco...



Hình 2.3. Thiết bị lọc bụi quán tính

b. Nguyên lý hoạt động

Nguyên lý cơ bản để chế tạo thiết bị lọc bụi kiểu quán tính là làm thay đổi chiều hướng chuyển động của dòng khí một cách liên tục, lặp đi lặp lại bằng những vật cản có hình dáng khác nhau. Khi dòng khí đổi hướng chuyển động thì bụi do có sức quán tính sẽ giữ hướng chuyển động ban đầu của mình và va đập vào các vật cản rồi bị giữ lại ở đó hoặc mất động năng và rơi xuống đáy thiết bị.

c. Ưu, nhược điểm và phạm vi ứng dụng

Ưu điểm:

- Cấu tạo đơn giản
- Hoạt động không tốn nhiều năng lượng
- Dễ vận hành và sửa chữa
- Chi phí sản xuất thấp
- Xử lý được bụi có kích thước lớn

Nhược điểm:

- Xử lý kém hiệu quả với bụi có kích thước nhỏ
- Hiệu suất không cao

Phạm vi ứng dụng

- Ứng dụng phổ biến trong xử lý bụi trong nhiều ngành công nghiệp như luyện kim, sản xuất xi măng, sản xuất thủy tinh....

2.1.4. Xử lý bụi bằng phương pháp ly tâm

a. Cấu tạo

Thiết bị bao gồm một hình trụ với một đường ống dẫn khí có lẫn bụi vào thiết bị theo đường tiếp tuyến với hình trụ và một đường ống tại trục thiết bị dùng để thoát khí sạch ra. Vận tốc của dòng khí đi vào thường nằm trong khoảng 17-25 m/s sẽ tạo ra dòng khí xoáy với lực li tâm rất lớn làm cho các hạt giảm động năng, giảm quán tính khi va đập vào thành thiết bị và lắng xuống phía dưới. Phía dưới là một đáy hình nón và một phễu thích hợp để thu bụi và lấy bụi ra.

b. Nguyên tắc

Sử dụng lực ly tâm là lực phát sinh khi vật thể tham gia vào một chuyển động quay. Lực ly tâm có xu hướng đẩy vật thể đi ra xa tâm quay. Độ lớn của lực ly tâm tỉ lệ thuận với trọng lượng vật thể và tốc độ quay quanh trục của vật thể.

$$P = \frac{m \times u^2}{R} = m \times R \times \Omega^2$$

Trong đó: P - Lực ly tâm đặt lên vật thể.

m - Khối lượng vật thể. Kg

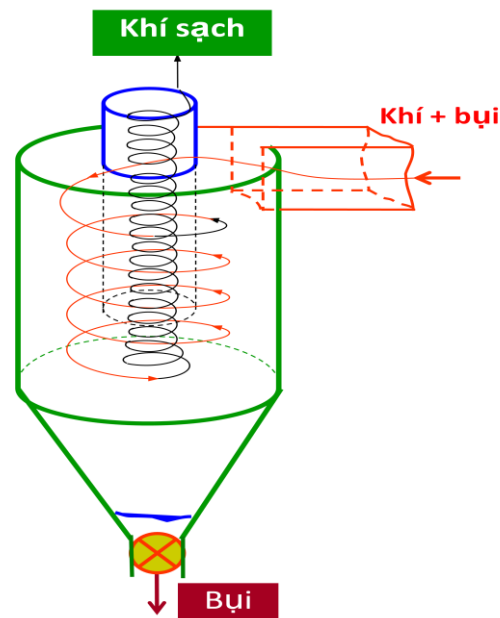
u - Tốc độ dài của vật thể. m/s

R - Khoảng cách từ tâm quay tới vật thể. m

Ω - vận tốc góc của chuyển động quay. 1/radian

c. Nguyên lý hoạt động

Dòng khí có chứa bụi được sự trợ giúp của quạt, làm cho chúng chuyển động xoáy trong vỏ hình trụ và chuyển động dần xuống tới phần hình nón. Dòng khí chuyển động vượt quá tới phần hình nón, tạo ra một lực li tâm làm cho hạt bụi văng ra khỏi dòng khí, va chạm vào vách Cyclone và cuối cùng rơi xuống phễu. Cyclone có thể sử dụng dạng đơn hoặc Cyclone dạng chùm tức là bao gồm nhiều Cyclone mắc song song với nhau nhằm làm tăng hiệu quả lọc của tập hợp thiết bị.



Hình 2.4. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị Cyclone

Giải các phương trình toán về chuyển động của hạt bụi đơn lẻ trong Cyclone, người ta có được các công thức tính sau:

Đường kính hạt bụi nhỏ nhất thu lại trong Cyclone là:

$$d = 3 \times \sqrt{\frac{v}{\pi \times n \times \Omega} \times \frac{\gamma_k}{\gamma_m} \times \ln \frac{R_2}{R_1}} \quad (m)$$

Thời gian hạt bụi lưu trong Cyclone là:

$$\tau = \frac{18 \times v}{\Omega^2 \times d^2} \times \frac{\gamma_k}{\gamma_m} \times \ln \frac{R_2}{R_1}$$

Trong đó:

v- hệ số nhớt động học m^2/s .

d- đường kính hạt bụi $m.v$

Ω - tốc độ góc của hạt bụi

n- số vòng quay của hạt bụi trong Cyclone

γ_k và γ_m trọng lượng riêng của bụi và không khí kg/m^3 .

R1- Bán kính ống tâm. m .

R2- Bán kính phần hình trụ của Cyclone m .

Các công thức trên chỉ có tính lý thuyết, cho tới nay vẫn không có đủ các công thức chỉ rõ mối liên hệ lý thuyết đủ để tính hết các kích thước cấu tạo nên Cyclone. Vì thế, trong thực tế, người ta không thiết kế Cyclone theo lý thuyết mà tính chọn Cyclone theo các loại Cyclone chuẩn đã được chế tạo, thử nghiệm và đo đạc các thông số cần thiết. Các loại Cyclone của Liên Xô thiết kế thử nghiệm có tốc độ khí trên cửa vào từ 15~ 25 m/s, và thường được dùng lọc bụi có đường kính $d = 6 \div 10 \mu m$ với hiệu suất 75 ÷ 85% và lọc bụi có đường kính $d > 20 \mu m$ với hiệu suất 92 ÷ 95%. Các loại Cyclone thường có đường kính phần hình trụ $D = 400; 500; 630$ và 800 mm. Các kích thước hình học khác của cyclon tỷ lệ với đường kính phần hình trụ D. Đường đặc tuyến làm việc của Cyclone có dạng đường thẳng trên biểu đồ có thang chia theo hàm logarit biểu

thị quan hệ giữa lưu lượng và trở lực của dòng khí qua Cyclone. Cyclone thường làm việc trong khoảng trở lực $140 \div 170 \text{ kg/m}^2$ với vận tốc tối ưu cho mỗi loại Cyclone.

d. Ưu, nhược điểm và phạm vi ứng dụng

Ưu điểm:

- Không có phần chuyển động.
- Có thể làm việc ở môi trường nhiệt độ cao.
- Có khả năng thu hồi vật liệu mài mòn mà không cần bảo vệ bề mặt Cyclone.
- Thu hồi bụi ở dạng thô.
- Trở lực cố định và không lớn.
- Làm việc ở điều kiện áp suất cao.
- Chế tạo và hoạt động đơn giản.
- Chi phí vận hành rẻ.
- Năng suất cao.

Nhược điểm:

- Hiệu quả vận hành kém khi bụi có kích thước nhỏ hơn $5\mu\text{m}$.
- Không thể thu hồi bụi kết dính.

Phạm vi ứng dụng:

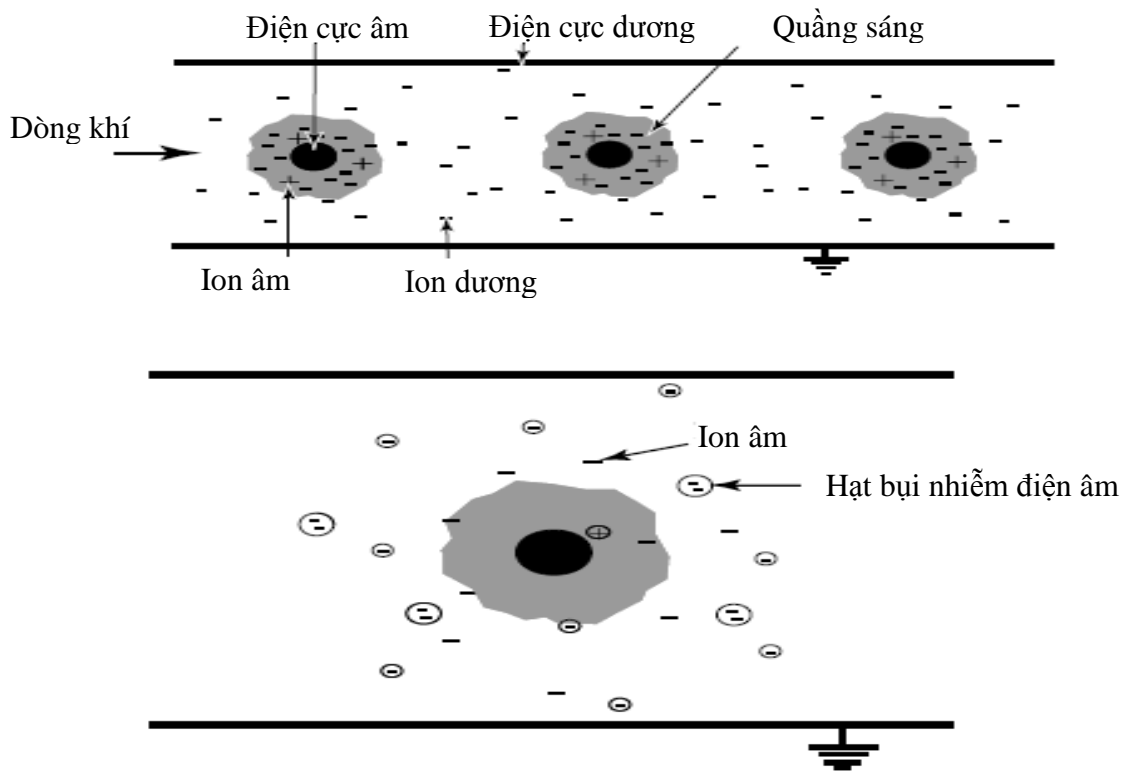
Trong công nghiệp Cyclone được chia làm 2 nhóm: Hiệu quả cao và năng suất cao. Nhóm thứ nhất đạt hiệu quả cao nhưng đòi hỏi chi phí lớn, nhóm thứ 2 có trở lực nhỏ nhưng thu hồi các hạt mịn kém hơn.

Trong thực tế, người ta ứng dụng Cyclone trụ và chóp (không có thân trụ). Cyclone trụ thuộc loại năng suất cao. Đường kính trụ không lớn hơn 2.000mm và Cyclone chóp nhỏ hơn 3.000 mm. Vận tốc khí qua Cyclone đạt từ 2,2 đến 5,0 m/s.

2.1.5. Xử lý bụi bằng phương pháp lọc bụi tĩnh điện

a. Cấu tạo

Thiết bị lọc bụi tĩnh điện sử dụng một hiệu điện thế cực cao lắp đặt dọc theo ống hình trụ có hai cửa thu khí bẩn và thoát khí sạch ra ngoài để tách bụi, hơi, sương, khói khỏi dòng khí, các hạt có khả năng mang điện.



Hình 2.5. Cấu tạo của lọc bụi tĩnh điện

b. Nguyên tắc

Sử dụng lực điện trường để tách bụi.

c. Nguyên lý hoạt động

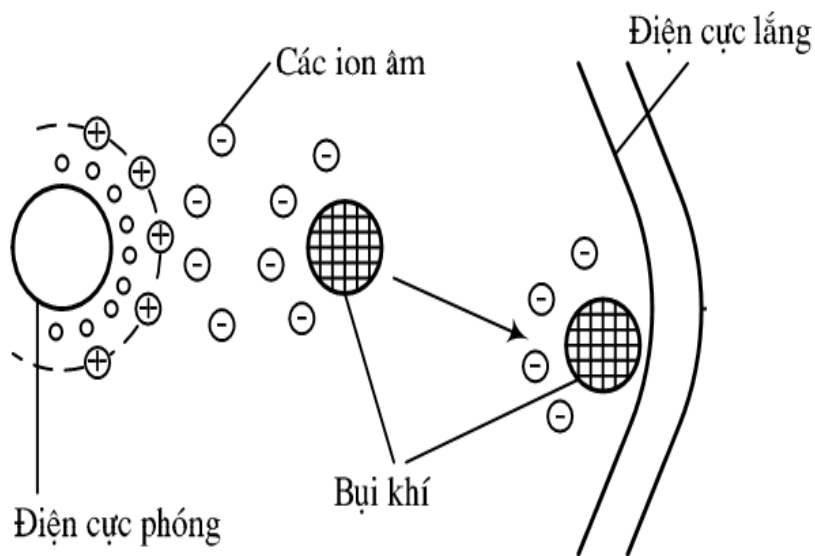
Nguyên lý làm việc của thiết bị như sau: Khi cho dòng không khí lẫn bụi đi qua điện trường 1 chiều đủ mạnh, chất khí sẽ bị ion hóa bám vào bề mặt hạt bụi làm bề mặt hạt bụi nhiễm điện. Do tác dụng của lực điện trường, hạt mang điện tích điện sẽ bị hút về cực khác dấu (thường là cực dương). Khi va vào điện cực, hạt bụi bị trung hoà điện và rơi xuống phía dưới đáy xả bụi.

Điện trường một chiều trong thiết bị thường có điện áp rất cao, từ 11 KV đến 80KV tùy theo từng loại thiết bị. Trong điện trường, hạt bụi đường kính

0,1mm sẽ tích điện tối đa trong khoảng 1s. Vì thế thời gian dòng khí đi qua thiết bị từ 2 – 8 giây tùy theo thiết bị.

Thiết bị lọc bụi tĩnh điện sử dụng một hiệu điện thế cực cao để tách bụi, hơi, sương, khói khỏi dòng khí. Có 4 bước cơ bản để được thực hiện là:

- Dòng điện làm các hạt bụi bị ion hóa.
- Chuyển các ion bụi từ các bề mặt thu bụi bằng lực điện trường.
- Trung hòa điện tích của các bụi lắng trên bề mặt thu.
- Tách bụi lắng ra khỏi bề mặt thu. Các hạt bụi có thể được tách ra bởi một áp lực hay nhờ rửa sạch.



Hình 2.6. Nguyên lý hoạt động của bộ lọc bụi

Phân loại:

- Loại một giai đoạn là loại giống như sơ đồ nguyên lý. Điện trường vừa ion hoá hạt bụi vừa thu hạt bụi nên điện cực âm thường là các dây kim loại treo ở giữa các bản hay các ống điện cực dương nối đất.

- Loại hai giai đoạn là loại chia ra vùng ion hoá hạt bụi, các điện cực âm là dây treo giữa các bản cực dương và vùng thu hạt bụi là vùng có hai bản cực song song xen kẽ nhau.

Đây là loại thiết bị lọc bụi hiệu suất rất cao tới 99,8 % khi nồng độ ban đầu đạt 7 g/cm³. Nó thường được sử dụng để lọc tinh không khí sau các cấp lọc thô bằng buồng lắng và Cyclone. Nó còn có ưu điểm là lọc sạch khí thải ở nhiệt

độ rất cao mà không làm ngועi khí thải. Thiết bị này còn là thiết bị tiêu hao điện năng thấp 0,2 KW / 1000m³/h vì trở lực thấp (10 – 20 kg/m²).

Tuy vậy, nồng độ các chất gây cháy nổ trong khí thải như CO, bụi than... cần được kiểm soát chặt chẽ để tránh bị kích nổ do dòng khí bị ion hóa phát sinh ra tia lửa điện.

d. Ưu, nhược điểm và phạm vi ứng dụng

Ưu điểm:

- Thiết bị có thể thu được những hạt rất nhỏ (1 - 44 μ m) với hiệu quả rất cao, có thể đạt tới 99,99%.
- Thời gian xử lý nhanh.

Nhược điểm:

- Axit, chất thải, nhiệt độ cao và vật chất có tính ăn mòn đều có thể làm thể làm hư hại thiết bị.
- Chi phí vận hành lớn.
- Cấu tạo phức tạp.
- Vận hành và bảo dưỡng gặp nhiều khó khăn.
- Đòi hỏi lọc bớt lượng bụi thô trước khi lọc bằng thiết bị tĩnh điện.

Phạm vi ứng dụng:

- Thiết bị lắng tĩnh điện được ứng dụng trong các trường hợp thu bụi tại khâu tán than đá thành bột dùng trong nhà máy nhiệt điện, nhà máy luyện thép, nghiền xi măng, sản xuất giấy.

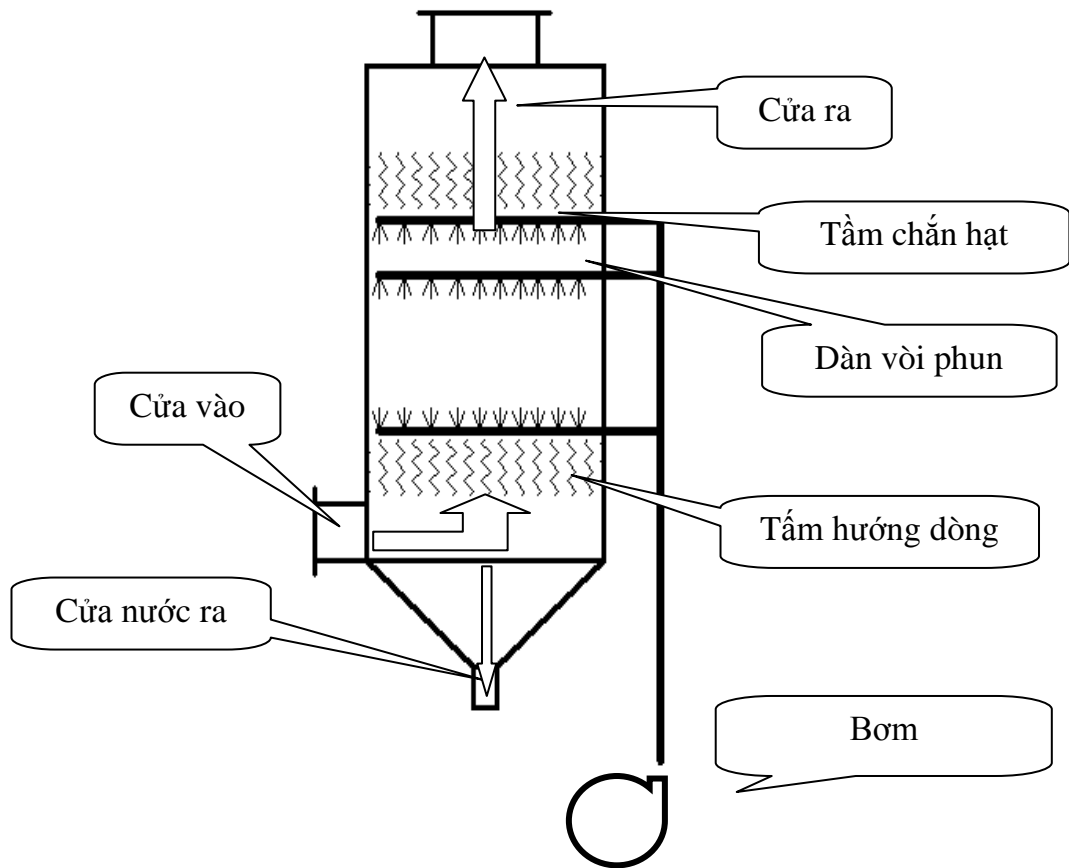
2.2. Xử lý bụi bằng phương pháp ướt

2.2.1. Xử lý bụi bằng phương pháp sử dụng buồng phun

a. Cấu tạo

Hệ thống gồm một ống trụ đứng, phía đáy có hình chóp, bên trong chứa các ống dẫn nước và hệ thống giàn phun tia, hệ thống dẫn dòng. Cửa dẫn khí đặt bên dưới, khí sạch thoát ra ở phía trên và nước chứa bụi thoát ra ở phía dưới.

Người ta thường cấu tạo buồng phun với tốc độ khí thải $v = 1 \sim 2,5$ kg/ms. Lượng nước phun trung bình trên đơn vị khí thải thường là: $1,2 \sim 7$ kg/kg. Các vòi phun dung dịch hấp thụ thường là vòi phun góc có lưu lượng 250 l/h với đường kính lỗ phun $2,5 \sim 3,5$ mm. Áp suất dung dịch phun nhỏ nhất là $2,5 \text{ kg/cm}^2$.



Hình 2.7. Sơ đồ nguyên lý buồng phun

b. Nguyên tắc

Nguyên tắc của phương pháp là người ta cho dòng không khí có chứa bụi tiếp xúc trực tiếp với dung môi (thường là nước). Quá trình tiếp xúc có thể ở dạng hạt (khi nước được phun thành các hạt nước có kích thước và mật độ cao. Các hạt bụi có thể kết dính lại với nhau và bị giữ lại trong dung môi nhờ cơ chế va đập, tiếp xúc và khuếch tán còn dòng khí sạch sẽ đi ra khỏi thiết bị.

c. Nguyên lý hoạt động

Buồng phun được sử dụng để kết hợp lọc sạch bụi và hơi khí độc bằng dung dịch phun. Người ta đưa dòng khí thải có lẫn bụi và hơi khí độc vào một đầu buồng phun qua một thiết bị có thể phân đều dòng khí thải theo toàn bộ tiết diện ngang của buồng. Trong không gian buồng phun có bố trí 1,2 hay 3 giàn mũi phun để phun dung dịch thành chùm các hạt nước nhỏ ngược chiều dòng khí thải. Hơi khí độc bị dung dịch hấp thụ qua bề mặt các hạt dung dịch, không khí sạch qua khỏi buồng phun được dẫn vào Cyclone ướt để thu lại các hạt nước phun. Sau đó khí thải có thể được thải thẳng vào khí quyển hay đưa qua bộ sấy nóng trước khi thải để giảm độ ẩm tương đối của dòng khí.

Dung dịch nước phun được thu hồi đưa qua thiết bị lắng cặn và xử lý trước khi được phun trở lại. Sau một khoảng thời gian làm việc, dung dịch phun được thải vào hệ thống xử lý nước thải.

d. Ưu, nhược điểm và phạm vi ứng dụng

Ưu điểm:

- Hiệu suất xử lý cao với bụi có kích thước nhỏ.
- Cấu tạo đơn giản.
- Vận hành và bảo dưỡng đơn giản.
- Vận hành không tốn nhiều năng lượng.
- Chi phí xây dựng và vận hành thấp.

Nhược điểm:

- Chỉ xử lý hiệu quả bụi có kích thước nhỏ.
- Phát sinh nước trong nguồn thải.
- Dễ bị ăn mòn.

Phạm vi ứng dụng:

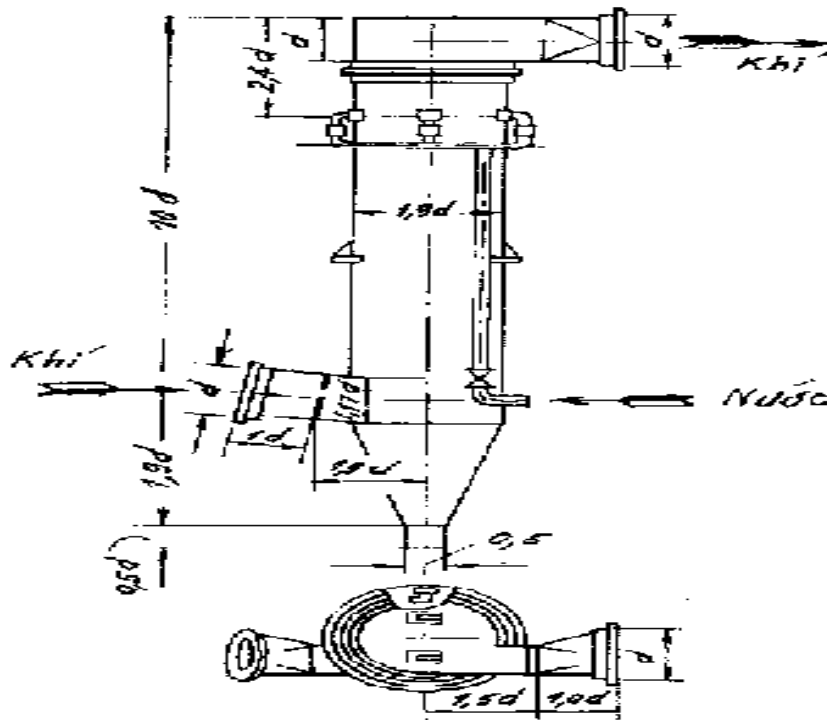
- Sử dụng nhiều trong các ngành công nghiệp sản xuất phân bón, chế biến thực phẩm vật, liệu xây dựng...

2.2.2. Xử lý bụi bằng phương pháp sử dụng Cyclone màng nước

a. Cấu tạo:

Cấu tạo loại Cyclone thường có cửa cho khí và bụi vào ở phía dưới và thoát ra ở cửa phía trên thân hình trụ, với phương tiếp tuyến với mặt trong thân hình trụ. Trước cửa ra có bố trí các vòi phun nước vào mặt trong thành thiết bị tạo màng nước chảy từ trên xuống. Lượng nước tiêu hao làm ướt thành thiết bị trong khoảng $0,1 \div 0,2 \text{ lít/m}^3$ Lượng nước này thường được lắng sơ bộ và dùng tuần hoàn, định kỳ xả qua hệ thống xử lý nước. Trên mặt trong thành thiết bị Cyclone màng nước, người ta tạo ra một lớp màng nước chảy để cuốn theo các hạt bụi lắng, ngăn không cho chúng bị cuốn vào dòng khí.

Cyclone màng nước thường được dùng với vận tốc dòng khí ở cửa vào $V_v=16\sim 25 \text{ m/s}$ và vận tốc trung bình quy ước $V=4.5\sim 7\text{m/s}$. Chiều dài thân hình trụ $H=5\sim 5,2D$ (Thậm chí tới $10D$).



Hình 2.8. Sơ đồ hệ thống Cyclone màng nước

b. Nguyên tắc:

Nguyên tắc của phương pháp là người ta cho dòng không khí có chứa bụi tiếp xúc trực tiếp với dung môi (thường là nước).

c. Nguyên lý hoạt động:

Khí chứa bụi được cấp đi từ dưới lên trên cùng với hệ thống cấp nước. Khi bụi tiếp xúc với nước, bụi được giữ lại và di chuyển theo vòng xoáy của dòng nước đi xuống bên dưới và được thoát ra ở phần đáy thiết bị. Khí sạch đi từ dưới lên trên và thoát ra bên ngoài theo ống dẫn đặt trên đỉnh của thiết bị.

d. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng:

Ưu điểm:

- Cyclon màng nước có khả năng lọc sạch 90% các hạt có kích thước 1,5 μm .
- Chi phí vận hành thấp.

Nhược điểm:

- Vận tốc xoáy trong thiết bị lớn nên dễ gây ra hiện tượng cuốn trở lại vào dòng không khí các hạt bụi đã lắng trên thành thiết bị.
- Cấu tạo phức tạp.

Phạm vi ứng dụng:

- Sử dụng nhiều trong các ngành công nghiệp sản xuất phân bón, chế biến thực phẩm vật, liệu xây dựng...

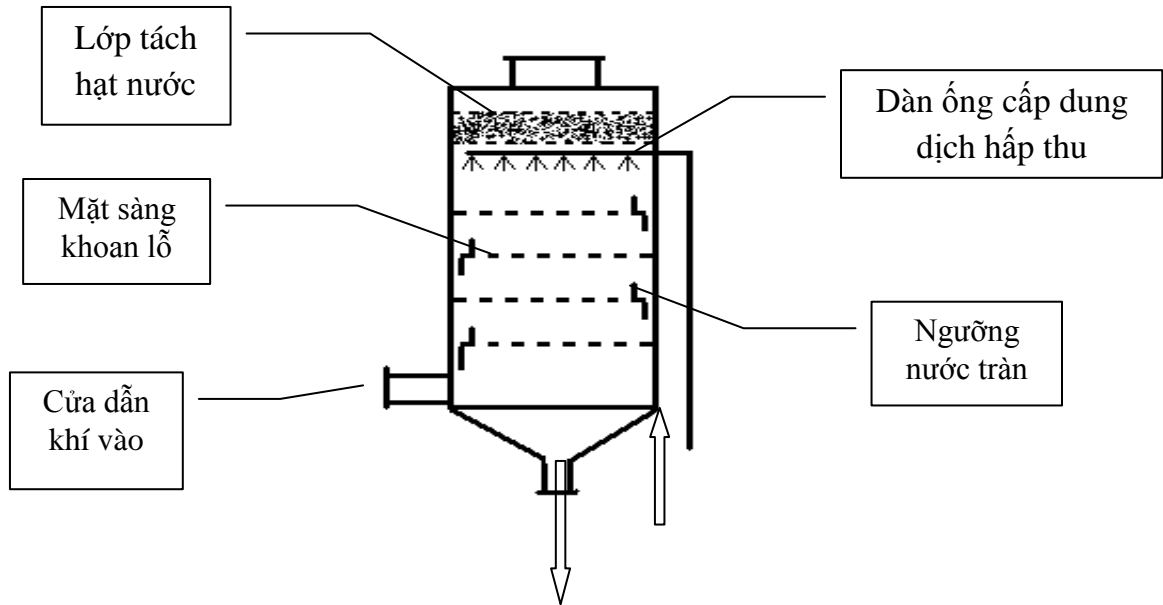
2.2.3. Xử lý bụi bằng phương pháp xử dụng tháp tạo bọt

a. Cấu tạo:

Tương tự như hệ thống lọc bụi buồng lắng, tháp bọt được cấu tạo bởi ống trụ đứng, đáy hình chóp. Tuy nhiên ở giữa ống trụ người ta lắp đặt một loạt các tấm mặt sàng khoan lỗ. Hệ thống phun tia đưa dung môi từ trên xuống. Phía trên cùng là lớp tách hạt nước.

Người ta thường làm mặt sàng bằng kim loại có chiều dày từ 4 - 6mm có các lỗ hình tròn đường kính $d = 4 \sim 8\text{mm}$. Tổng diện tích lỗ chiếm 20 ~ 25% diện tích mặt sàng. Lượng nước trên lưới được tính hay cấu tạo máng tràn sao cho lớp bọt có chiều cao 80 ~ 120mm. Tốc độ khí đi qua lỗ giới hạn trong

khoảng 6 ~ 10m/s là vận tốc tốt nhất để có lớp bọt ổn định. Tốc độ khí đi qua thiết diện ngang của thiết bị trong khoảng 1,5~2,5 m/s. Thiết bị thường có nhiều lớp mặt sàng để nâng cao hiệu quả của thiết bị.



Hình 2.9. Sơ đồ nguyên lý tháp tạo bọt

b. Nguyên tắc:

Nguyên tắc của phương pháp là người ta cho dòng không khí có chứa bụi tiếp xúc trực tiếp với dung môi (thường là nước).

c. Nguyên lý hoạt động:

Trong tháp bọt, người ta đưa không khí đi qua một tấm phẳng đục lỗ, phía trên có nước hay dung dịch hấp thụ. Khí thải đi qua lớp nước dưới dạng các bọt khí và nổ vỡ ở mặt trên của mặt nước. Quá trình thu bắt hạt bụi và hấp thụ hơi khí độc xảy ra trên bề mặt các bọt khí.

d. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng:

Ưu điểm:

- Hiệu suất xử lý cao với bụi có kích thước nhỏ.

- Vận hành và bảo dưỡng đơn giản.
- Không tốn nhiều năng lượng.
- Chi phí xây dựng và vận hành thấp.

Nhược điểm:

- Cấu tạo phức tạp.
- Phát sinh nước ở nguồn thải.
- Nước phát sinh gây ăn mòn thiết bị.

Phạm vi ứng dụng:

- Sử dụng nhiều trong các ngành công nghiệp sản xuất phân bón, chế biến thực phẩm vật, liệu xây dựng...

2.3. So sánh các thiết bị xử lý bụi [5]

Ưu, nhược điểm của các thiết bị xử lý bụi được thể hiện trong bảng 2.1.

Bảng 2.1. So sánh các thiết bị lọc bụi

Thiết bị	Ưu điểm	Nhược điểm
Cyclone	<ul style="list-style-type: none">- Vốn thấp, ít phải bảo trì.- Sụt áp nhỏ (5 - 15 mm H₂O).- Thu bụi khô.- Ít chiếm diện tích.	<ul style="list-style-type: none">- Hiệu suất thấp với bụi nhỏ hơn 10μm.- Không thu được bụi có tính kết dính.
Rửa ướt	<ul style="list-style-type: none">- Không sinh nguồn bụi thứ cấp.- Ít chiếm diện tích.- Có khả năng giữ được cả khí và bụi.- Có thể lọc được bụi kích thước dưới 0,1μm.	<ul style="list-style-type: none">- Sinh ra cặn bùn, nước thải.- Chi phí bảo trì cao do nước rò rỉ ăn mòn thiết bị.

	<ul style="list-style-type: none">- Vốn thấp	
Lọc tĩnh điện	<ul style="list-style-type: none">- Hiệu suất lọc cao, tiết kiệm năng lượng.- Thu hồi được cả bụi khô và bụi ướt.- Sụt áp nhỏ.- Ít phải bảo trì.- Xử lý lưu lượng lớn.	<ul style="list-style-type: none">- Vốn lớn.- Nhạy với thay đổi dòng khí.- Khó thu bụi với những điện trở khá lớn.- Chiếm diện tích lớn, dễ gây cháy nổ nếu khí chứa khí và bụi cháy được.
Lọc bụi tay áo	<ul style="list-style-type: none">- Hiệu suất rất cao.- Có thể tuần hoàn khí.- Bụi thu được ở dạng khô.- Chi phí vận hành thấp, có thể thu bụi dễ cháy.- Dễ vận hành.	<ul style="list-style-type: none">- Cần vật liệu riêng ở nhiệt độ cao.- Cần công đoạn rũ bụi phức tạp .- Chi phí vận hành cao do vải dễ hỏng.- Tuổi thọ giảm trong môi trường axit, kiềm.- Thay thế túi vải phức tạp.
Lọc bụi bằng lực quán tính	<ul style="list-style-type: none">- Tổn thất áp suất rất nhỏ.- Vốn thấp.- Thiết bị dễ chế tạo.- Có thể thu được bụi có tính kết dính.	<ul style="list-style-type: none">- Hiệu quả thấp với những loại bụi có kích thước nhỏ hơn 20μm.- Chiếm diện tích khá nhiều.

Nhận xét:

Mỗi phương pháp khác nhau đều có ưu và nhược điểm nhất định, sử dụng với từng mục đích và đối tượng cần xử lý khác nhau. Trước khi xây dựng hệ thống xử lý bụi cần khảo sát đặc tính, tính chất của từng loại bụi trong từng

Khóa luận tốt nghiệp ngành Kỹ thuật Môi trường

ngành sản xuất, công đoạn sản xuất khác nhau, từ đó lựa chọn phương pháp phù hợp để tiến hành xử lý.

CHƯƠNG 3. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Nội dung nghiên cứu

Nội dung nghiên cứu bao gồm:

- ✓ Xây dựng mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone quy mô phòng thí nghiệm công suất 6 m³/phút.
- ✓ Nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước hạt đến hiệu suất xử lý bụi của mô hình.
- ✓ Nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc dòng khí cấp vào đến hiệu suất xử lý bụi của mô hình.
- ✓ Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ bụi đến hiệu suất xử lý bụi của mô hình.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

3.2.1. Phương pháp xây dựng mô hình [5]

Dựa trên phương pháp tính toán thiết kế hệ thống lọc bụi Cyclone trong thực tế đã thực hiện, đề tài thực hiện tính toán kích thước mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone quy mô phòng thí nghiệm với công suất $Q = 6 \text{ m}^3/\text{phút}$.

Đường kính phần hình trụ:

Thường lấy vận tốc quy ước và chọn $W_q = 2.2 - 2.5 \text{ (m/s)}$

$$W_q = \frac{L}{S} = \frac{L}{\pi \times \frac{D^2}{4}}$$

$$D = \sqrt{\frac{L}{\frac{\pi}{4} \times W_q}}$$

Bảng 3.1. Công thức tính kích thước mô hình Cyclone

Đường kính ống ra:	$D_c = \frac{D}{2}$
Đường kính ống vào:	$H = \frac{D}{2}$
Đường kính ống đáy	$D_d = \frac{D}{4}$
Chiều cao ống vỏ:	$L_c = 2D$

Chiều cao cửa vào	$h = \frac{D}{2}$
Chiều rộng cửa vào	$b = \frac{D}{4}$
Chiều cao ống ra	$S = \frac{D}{3}$
Chiều rộng ống vào	$w = \frac{D}{4}$
Chiều cao phễu	$L_b = D$

3.2.2. Phương pháp xác định các thông số

a. Phương pháp xác định khối lượng của bụi

Xác định khối lượng của bụi bằng cân phân tích, độ chính xác 10^{-3} .

b. Phương pháp xác định kích thước của bụi

Nguyên tắc:

Phương pháp dựa trên sự phân chia cơ học theo độ hạt bằng bộ rây chuẩn.

Dụng cụ và thiết bị:

- Bộ rây đường kính 100 mm, mặt rây là lưới lỗ vuông có cạnh : 0,10; 0,20; 0,40; 0,56 (; hoặc 0,63); 0,80; 1,25; 1,60 và 2,50 mm.
- Máy lắc rây có tần số dao động 26 hz, biên độ dao động 2 mm, góc nghiêng dao động 45° C.
- Giấy, khổ 50 x50 cm.
- Chổi phớt lông.

Thao tác xác định:

Cân 20 g mẫu và chuyển vào rây trên cùng. Đặt cả bộ rây cùng khay hứng lên máy lắc rây, đậy nắp và cột chặt.

Lắc rây 3 phút. Bụi trên mỗi rây và khay chuyển riêng một cách định lượng lên các tờ giấy, dùng chổi phớt quét sạch rây và cân xác định khối lượng.

c. Phương pháp xác định vận tốc dòng khí

+ Xác định vận tốc cấp khí bằng phong kế, điều chỉnh tại các vận tốc khác nhau.

d. Phương pháp xác định lưu lượng dòng khí

+ Xác định lưu lượng dòng khí vào bằng công thức:

$$L = V \times S$$

Trong đó: L là lưu lượng khí (m³/s)

V là vận tốc cấp khí (m/s)

S là diện tích mặt cắt cửa cấp khí vào (m²)

e. Phương pháp xác định nồng độ của bụi

+ Xác định nồng độ bụi bằng công thức:

$$C = \frac{M}{L}$$

Trong đó: C là nồng độ của bụi (g/m³)

M là khối lượng bụi cấp vào tính trên 1 đơn vị thời gian (g/s)

L là lưu lượng không khí cấp vào (m³/s)

3.2.3. Phương pháp nghiên cứu xử lý bụi bằng mô hình Cyclone

a. Nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước đến hiệu suất xử lý

Hạt bụi trong quá trình di chuyển trong thiết bị cùng lúc chịu nhiều lực tác dụng lên hạt như trọng lực, lực quán tính, lực ma sát, lực li tâm... Kích thước hạt tỉ lệ thuận với lực tác dụng lên hạt. Từ đó liên quan đến khả năng di chuyển của hạt trong thiết bị.

Thử nghiệm ảnh hưởng của kích thước hạt đến hiệu suất xử lý dựa trên các 3 loại bụi có kích thước hạt khác nhau trên mô hình là:

- Bụi đá xây dựng: 250÷500 (μm)
- Bụi gỗ: 125÷250 (μm)
- Bụi xi măng: 62.5÷125 (μm)

Xác định hiệu suất xử lý của mô hình, từ đó đưa ra nhận xét khả năng xử lý của mô hình trên từng loại bụi với kích thước đã chọn.

b. Nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc khí đến hiệu suất xử lý

Vận tốc không khí là tác nhân tạo ra lực đẩy khiến các hạt bụi di chuyển, kết hợp với thiết kế trụ của thiết bị Cyclone đưa bụi di chuyển theo hướng xoáy

vòng do lực li tâm. Vận tốc cấp khí phải phù hợp. Nếu vận tốc cấp khí quá lớn hoặc quá nhỏ đều gây ảnh hưởng tới hiệu suất xử lý.

Chọn loại bụi có kích thước hạt đạt hiệu suất xử lý cao nhất đã thực hiện ở trên, xác định hiệu suất xử lý của mô hình tại các vận tốc khác nhau, từ đó đưa ra nhận xét khả năng xử lý của mô hình ở từng vận tốc đã chọn.

Vận tốc cấp khí thay đổi là: 10; 15; 20; 25; 30 (m/s). Lượng bụi cấp vào là 20 g xác định lượng bụi thu hồi để đánh giá hiệu suất xử lý tại các vận tốc khí khác nhau.

c. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ bụi đến hiệu suất xử lý

Bụi liên tục di chuyển theo dòng khí trong thiết bị xử lý. Khi bụi di chuyển tạo lên lực va chạm, tương tác giữa các hạt bụi với nhau, ảnh hưởng độ linh động của chuỗi hạt. Từ đó liên kết với các lực có liên quan đến sự chuyển động của hạt bụi và ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý của thiết bị.

Chọn loại bụi có kích thước hạt và vận tốc cấp khí đạt hiệu suất xử lý cao nhất đã thực hiện ở 2 thí nghiệm trên. Xác định hiệu suất xử lý của mô hình tại các nồng độ bụi khác nhau, từ đó đưa ra nhận xét khả năng xử lý của mô hình ở từng nồng độ đã chọn.

CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1. Nghiên cứu xây dựng mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone quy mô PTN [5]

4.1.1. Tính toán kích thước của mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone

Để xây dựng mô hình xử lý bụi bằng phương pháp ly tâm, đề tài đã lựa chọn các thông số đầu vào và tiến hành tính toán kích thước mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone quy mô phòng thí nghiệm.

Các thông số đầu vào để tính toán xây dựng mô hình được thể hiện qua bảng 4.1.

Bảng 4.1. Thông số đầu vào của hệ thống lọc bụi Cyclone

Thông số	Chỉ số	Đơn vị
Công suất	6	m ³ /phút
Khối lượng riêng của bụi	1600	kg/m ³
Khối lượng riêng của khí	1.01	kg/m ³
Độ nhớt không khí ở 80°C	21.08×10^{-6}	Pa.s

Các thông số liên quan đến kích thước để xây dựng mô hình lọc bụi Cyclone được tính toán như sau:

- Đường kính phân hình trụ:

Thường lấy vận tốc quy ước $W_q = 2.2 - 2.5$ (m/s)

Chọn $W_q = 2.3$ m/s

$$D = \sqrt{\frac{0.1}{\frac{\pi}{4} \times 2.3}} = 0.235 \text{ (m)}$$

- Đường kính ống ra: $D_c = \frac{D}{2} = 0.118$ (m)
- Đường kính ống vào: $H = \frac{D}{2} = 0.118$ (m)
- Đường kính ống đáy: $D_d = \frac{D}{4} = 0.06$ (m)

- Chiều cao ống vó: $L_c = 2D = 0.47 \text{ (m)}$
- Chiều cao cửa vào: $h = \frac{D}{2} = 0.118 \text{ (m)}$
- Chiều rộng cửa vào: $b = \frac{D}{4} = 0.06 \text{ (m)}$
- Chiều cao ống ra: $S = \frac{D}{3} = 0.08 \text{ (m)}$
- Chiều rộng ống vào: $w = \frac{D}{4} = 0.06 \text{ (m)}$
- Chiều cao phễu: $L_b = D = 0.235 \text{ (m)}$
- Số vòng xoáy Cyclone:

$$N = \frac{L_c}{H} + \frac{L_c}{2H} = 6 \text{ (vòng)}$$

- Vận tốc khí vào Cyclone:

$$V_t = \frac{Q}{w \times H} = 14.13 \text{ (m/s)}$$

- Thời gian lưu của hạt bụi:

$$\Delta t = \pi \times D \times \frac{N}{V_t} = 0.31 \text{ (s)}$$

- Đường kính hạt bụi nhỏ nhất bị thu giữ trong trường hợp độ nhớt không khí ở 80°C:

$$d_p = \left[\frac{9 \times M_o \times w}{\pi \times N \times V_t (\rho_p - \rho_g)} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{9 \times 21,08 \times 10^{-6} \times 0,06}{3,14 \times 6 \times 14,13 (1600 - 1,01)} \right]^{\frac{1}{2}} = 5.17 \times 10^{-6} = 5.17 \text{ }\mu\text{m}$$

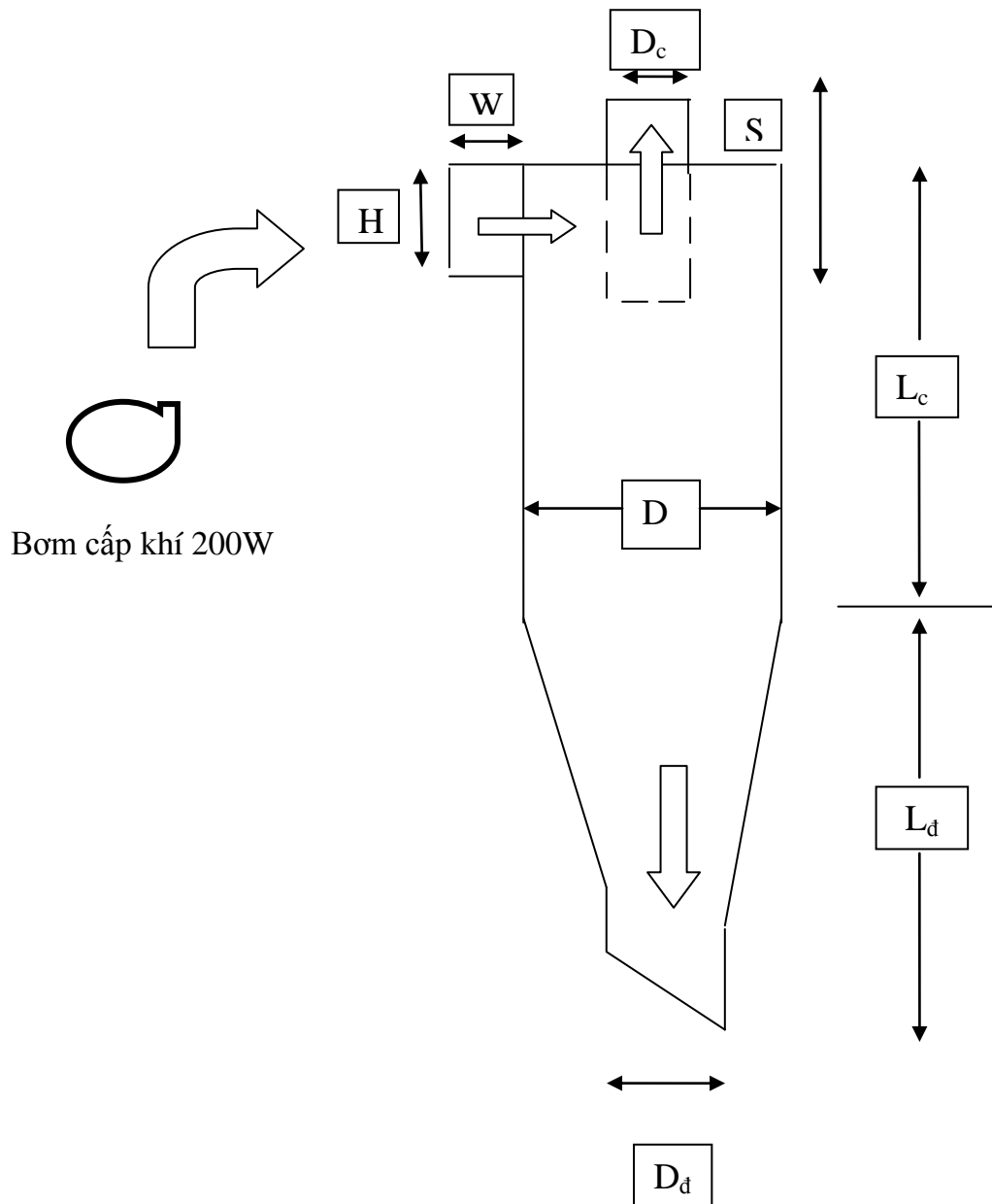
Các thông số cơ bản của mô hình Cyclone quy mô PTN được thể hiện theo bảng 4.2.

Bảng 4.2. Kích thước mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone quy mô PTN

STT	Thông số	Ký hiệu	Kích thước (m)
1	Đường kính cửa vào	H	0.118
2	Chiều dài ống vào	W	0.06
3	Đường kính ống ra	D_c	0.118
4	Chiều cao ống ra	S	0.08
5	Đường kính trụ	D	0.235
6	Chiều cao ống vò	L_c	0.47
7	Chiều cao phễu	L_d	0.235
8	Đường kính ống đáy	D_d	0.06

Với kích thước cơ bản đã được tính toán theo bảng 4.2 đề tài thực hiện xây dựng mô hình xử lý bụi bằng Cyclone với công suất $6\text{m}^3/\text{phút}$.

Mô hình xử lý bụi quy mô phòng thí nghiệm được thể hiện theo sơ đồ hình 4.1 và hình 4.2.



Hình 4.1. Sơ đồ mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone

Ghi chú: H là đường kính cửa vào

D_c là đường kính ống ra

W là chiều dài ống vào

S là chiều cao ống ra

D là đường kính trụ

L_c là chiều cao ống vỏ

L_d là chiều cao phễu

D_d là đường kính ống đáy



Hình 4.2. Mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone quy mô phòng thí nghiệm

4.1.3. Nguyên lý hoạt động của mô hình

Dòng khí có chứa bụi được sự trợ giúp của thiết bị cấp khí từ cửa vào, làm cho chúng chuyển động xoáy trong vỏ hình trụ và chuyển động dần xuống tới phần hình nón. Dòng khí chuyển động vượt quá tới phần hình nón, tạo ra một lực li tâm làm cho hạt bụi văng ra khỏi dòng khí, va chạm vào vách Cyclone và cuối cùng rơi xuống phễu. Bụi được thu lại dưới đáy phễu.

Phần không khí sạch sẽ thoát ra theo hướng đi lên theo ống dẫn.

4.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố đến hiệu suất lọc bụi của mô hình Cyclone

4.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của kích thước hạt đến hiệu suất xử lý

Để khảo sát ảnh hưởng của kích thước hạt đến hiệu suất xử lý bụi của mô hình, đề tài đã sử dụng 3 loại bụi có kích thước khác nhau là bụi đá xây dựng, bụi gỗ, bụi xi măng.

Các thông số đặc trưng cơ bản của 3 loại bụi: bụi đá xây dựng, bụi gỗ và bụi xi măng được thể hiện theo bảng 4.3.

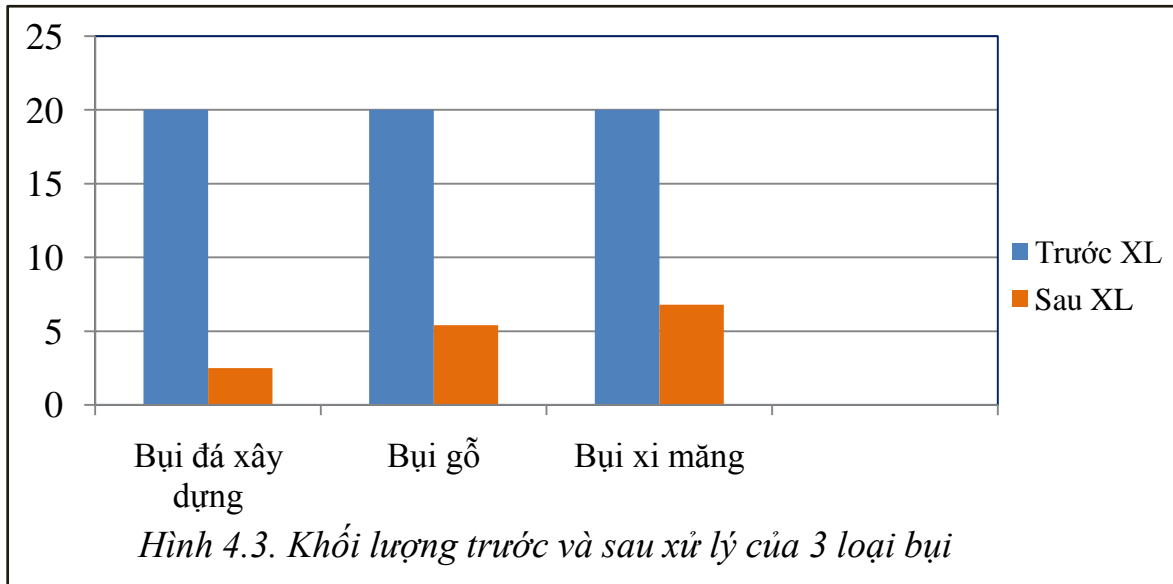
Bảng 4.3. Thông số đặc trưng của 3 loại bụi đã thử nghiệm

Thông số	Loại bụi			Đơn vị
	Bụi đá xây dựng	Bụi gỗ	Bụi xi măng	
Lưu lượng khí đi vào	6	6	6	m ³ /phút
Khối lượng bụi thử nghiệm	20	20	20	g
Khối lượng riêng của bụi	1600	805	1500	kg/m ³
Khối lượng riêng của không khí	1.01	1.01	1.01	kg/m ³
Vận tốc khí trong đường ống dẫn	20	20	20	m/s
Kích thước hạt	250÷500	125÷250	62.5÷125	µm

Kết quả về ảnh hưởng của kích thước hạt đến hiệu suất xử lý được thể hiện trong bảng 4.4 và hình 4.3.

Bảng 4.4. Hiệu suất xử lý 3 loại bụi bằng mô hình

Loại	Khối lượng bụi (g)		Hiệu suất (%)
	Trước xử lý	Thu hồi	
Bụi đá xây dựng	20	17.5	87.5
Bụi gỗ	20	14.6	73
Bụi xi măng	20	13.2	66



Nhận xét:

Kết quả thu được cho thấy khi xử lý bụi bằng mô hình Cyclone đối với 3 loại bụi thì hiệu suất đạt được là tương đối cao. Kết quả xử lý đạt tốt nhất là loại bụi đá xây dựng, kích thước hạt 250÷500 (μm) sau quá trình thử nghiệm đạt kết quả tối ưu với $H=87.5\%$.

Qua kết quả nghiên cứu, ta nhận thấy kích thước hạt càng nhỏ thì hiệu suất xử lý càng thấp và ngược lại. Điều này được giải thích là do cấp hạt càng bé thì lực li tâm tác dụng lên hạt bụi càng nhỏ nên khả năng va đập vào thành của thiết bị Cyclone thấp, do đó dẫn đến khả năng thu hồi bụi ở đáy thiết bị sẽ kém. Tương tự nhưng ngược lại với quá trình trên sẽ xảy ra với hạt bụi có kích thước lớn.

4.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của vận tốc dòng khí cấp vào đến hiệu suất xử lý

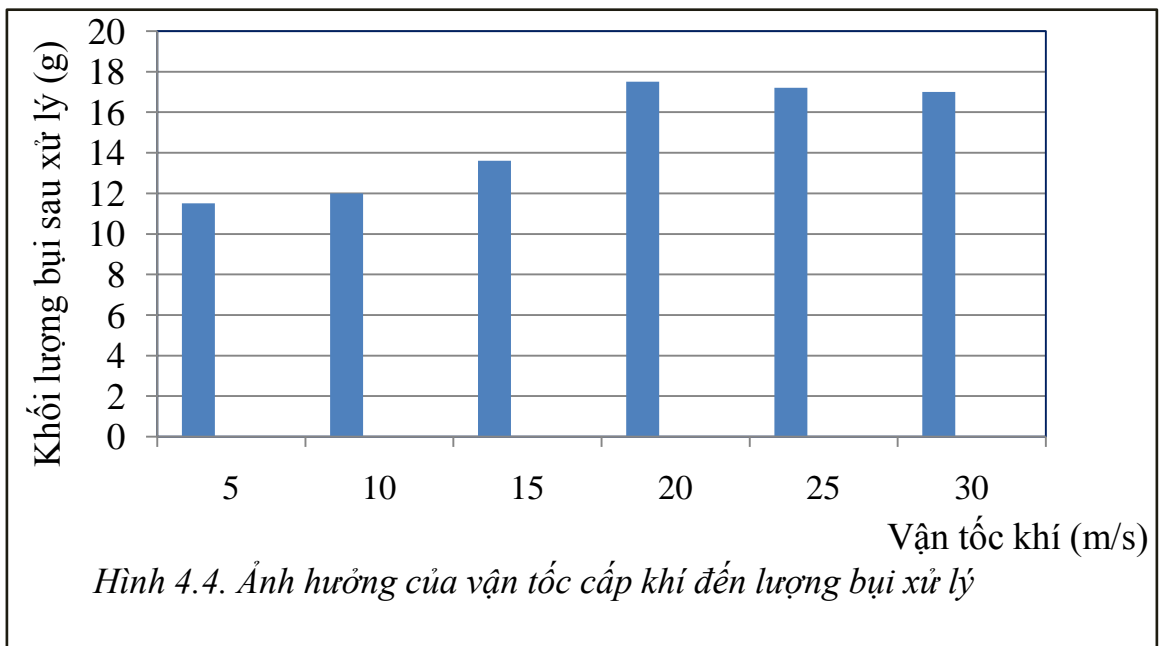
Vận tốc dòng khí cấp với các trường hợp khác nhau tạo ra lực đẩy từ đó tác động lên chuỗi hạt, làm thay đổi hệ số ma sát, lực li tâm... Từ đó ảnh hưởng đến khả năng xử lý của mô hình.

Chọn bụi đá xây dựng là hạt có kích thước cho hiệu suất xử lý tối ưu, tiến hành thử nghiệm tại các vận tốc cấp khí khác nhau.

Kết quả về ảnh hưởng của vận tốc cấp khí đến hiệu suất xử lý bụi của mô hình được thể hiện theo bảng 4.5 và hình 4.4.

Bảng 4.5. Ảnh hưởng của vận tốc cấp khí đến hiệu suất xử lý

Vận tốc (m/s)	Khối lượng bụi (g)		Hiệu suất (%)
	Trước xử lý	Thu hồi	
5	20	11.5	57.5
10	20	12.0	60
15	20	13.6	68
20	20	17.5	87.5
25	20	17.2	86
30	20	17	85



Nhận xét:

Kết quả thu được cho thấy tại vận tốc 20 (m/s), hiệu quả xử lý bụi của mô hình thiết bị là tối ưu với $H=87.5\%$

Qua nghiên cứu, ta nhận thấy vận tốc khí có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất xử lý của thiết bị. Vận tốc không khí là tác nhân tạo ra lực đẩy các hạt bụi di chuyển, kết hợp với thiết kế trụ của thiết bị Cyclone đưa bụi di chuyển theo

hướng xoáy do lực li tâm. Vận tốc cấp khí phải phù hợp. Nếu vận tốc cấp khí quá lớn hoặc quá nhỏ đều gây ảnh hưởng tới hiệu suất xử lý.

4.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ bụi đến hiệu suất xử lý

Chọn $V=20$ (m/s) và bụi đá xây dựng là hạt có kích thước cho hiệu suất xử lý tối ưu. Trong thời gian cố định là 5 s.

Kết quả về ảnh hưởng của nồng độ bụi đến hiệu suất xử lý được thể hiện trong bảng 4.6.

Bảng 4.6. Kết quả về ảnh hưởng của nồng độ bụi đến hiệu suất xử lý

Trước xử lý		Sau xử lý		Hiệu suất xử lý (%)
Khối lượng bụi (g)	Nồng độ (g/m^3)	Khối lượng bụi (g)	Nồng độ (g/m^3)	
10	9.1	1.5	1.4	84.6
20	18.2	2.6	2.4	86.8
40	36.36	7.8	7.09	88.6
60	54.5	7.12	6.43	88.2
80	72.7	9.8	8.87	87.8

Nhận xét:

Kết quả thu được cho thấy tại nồng độ bụi $C=36.36$ (g/m^3), hiệu quả xử lý bụi của mô hình thiết bị là tối ưu với $H=88.6\%$.

Nhận thấy rằng khi nồng độ của bụi càng cao thì hiệu suất xử lý bụi của thiết bị càng tăng do bụi trong không khí ở nồng độ càng cao sẽ dễ dàng tạo lên lực va chạm tương tác giữa các hạt bụi với nhau, làm tăng độ linh động của chuỗi hạt trong dòng không khí trong thiết bị và từ đó liên kết với các lực có ảnh hưởng đến sự chuyển động của hạt bụi.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu, đề tài đã thu được những kết quả sau:

- Xây dựng được mô hình hệ thống lọc bụi Cyclone quy mô phòng thí nghiệm, với công suất 6 m³/phút.
- Đề tài đã thử nghiệm hoạt động của mô hình và đánh giá hiệu suất của mô hình bị ảnh hưởng bởi các yếu tố cơ bản sau:
 - ✓ Ảnh hưởng của kích thước hạt bụi đến hiệu suất xử lý của mô hình lọc bụi Cyclone, kích thước hạt đạt hiệu suất cao nhất là 250÷500μm (đối với bụi đá xây dựng), hiệu suất đạt được là 87.5%.
 - ✓ Ảnh hưởng của vận tốc dòng khí đến hiệu suất xử lý của mô hình, vận tốc khí tối ưu là $v=20$ (m/s), hiệu suất đạt được là 87.5%.
 - ✓ Ảnh hưởng của nồng độ bụi vào đến hiệu suất xử lý của mô hình, nồng độ bụi đạt hiệu suất cao nhất là 36,36 g/m³, hiệu suất đạt được là 88.6%.

2. Kiến nghị

Đề tài đã nghiên cứu được một số yếu tố ảnh hưởng đến khả năng xử lý của hệ thống lọc bụi Cyclone xây dựng trên mô hình quy mô phòng thí nghiệm. Tuy nhiên do hạn chế về mặt thời gian nên mô hình chưa được thử nghiệm ở các kích thước bụi nhỏ hơn và một số yếu tố khác như nhiệt độ, độ nhớt... ảnh hưởng đến hoạt động của mô hình. Do đó, cần phải nghiên cứu sâu hơn nữa để hoàn thiện một cách tốt nhất.

Mô hình hoàn toàn có thể triển khai trong thực tế khi nghiên cứu đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý bụi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Kim Cơ (1999), “*Kỹ thuật lọc bụi và làm sạch khí thải*”. Nhà xuất bản Giáo Dục Hà Nội.
2. Trần Ngọc Chân (1999), “*Ô nhiễm không khí và xử lý khí thải tập 1*”. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
3. Trần Ngọc Chân (1999), “*Ô nhiễm không khí và xử lý khí thải tập 3*”. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
4. Phạm Tiến Dũng (2008), “*Kiểm soát ô nhiễm không khí*”. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.
5. Trần Thị Hiền (2012), “*Đồ án tính toán và thiết kế thiết bị Cyclone và túi vải xử lý bụi của nhà máy xi măng*”. Trường Đại học công nghiệp TP Hồ Chí Minh.
6. Đinh Xuân Thắng (2007), “*Giáo trình ô nhiễm không khí*”. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.
7. Phan Tuấn Triều (2007), “*Ô nhiễm không khí, tiếng ồn và kỹ thuật xử lý*”. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.