

# NGHIÊN CỨU NÂNG CAO HIỆU QUẢ THU HỒI BỤI GỖ CỦA CYCLONE VỚI DÒNG TUẦN HOÀN

## RESEARCH TO IMPROVE CYCLONE'S DUST COLLECTION EFFICIENCY BY RECYCLE STREAM

**Hoàng Ngọc Anh, Trần Thanh Tùng, Bùi Vĩnh Đại**

Viện Công nghệ sinh học và Môi trường- Đại học Nha Trang

Tác giả liên hệ: Hoàng Ngọc Anh, (Email: [anhhn@ntu.edu.vn](mailto:anhhn@ntu.edu.vn))

Ngày nhận bài: 29/12/2022; Ngày phân biện thông qua: 29/06/2023; Ngày duyệt đăng: 25/09/2023

### TÓM TẮT

Ô nhiễm bụi gỗ đang ảnh hưởng lớn tới sức khỏe con người và môi trường xung quanh vì vậy việc nghiên cứu nâng cao hiệu quả xử lý bụi gỗ tại các xưởng chế biến gỗ là rất cần thiết, góp phần cải thiện môi trường làm việc. Nghiên cứu này tập trung đánh giá tính chất bụi gỗ tại xưởng chế biến gỗ, thiết kế và tối ưu hóa quá trình vận hành mô hình cyclone cải tiến. Kết quả thu được như sau: phân loại 5 nhóm kích thước bụi gỗ (<5 μm; 5-10 μm; 10-30 μm; 30-74 μm và >74 μm) tương ứng với tỷ lệ khối lượng (2,2%; 9,3%; 18,3%; 26,5% và 43,7%); thông số thiết kế cơ bản thiết bị cyclone (đường kính 135mm, chiều cao 619mm, chiều cao thân hình nón 271mm; chiều cao thân hình trụ 307mm); thông số thiết kế bộ tuần hoàn (đường kính 94mm; đường kính ống ở tâm 67mm; chiều cao ống dẫn khí tuần hoàn 64mm và chiều rộng ống dẫn khí tuần hoàn 32mm); hiệu quả thu hồi bụi của cyclone chưa cải tiến đạt tối đa 84% trong khi áp dụng mô hình cyclone cải tiến theo thiết kế này mang lại hiệu quả lên tới 92,3%; thông số vận hành được xác định phù hợp là vận tốc 19m/s, lưu lượng dòng tuần hoàn 50% với lưu lượng khí đầu vào 130m<sup>3</sup>/h. Mô hình thiết kế đã cho thấy hiệu quả thu hồi bụi rõ rệt hơn so với cyclone đơn chưa cải tiến.

**Từ khóa:** cyclone, cyclone cải tiến, bụi gỗ.

### ABSTRACT

Wood dust impacts on human health and the surrounding environment, so it is necessary to study and improve the efficiency of wood dust treatment in wood processing factories, which contributing to cleaning up the working environment. . This study focuses on evaluating the properties of wood dust at the wood processing factory, designing and optimizing the operation of the improved cyclone model. The results obtained are as follows: Classification of 5 wood dust size groups (<5 μm; 5-10 μm; 10-30 μm; 30-74 μm and >74 μm) corresponding to the mass ratio (2.2 %; 9.3%; 18.3%; 26.5% and 43.7%); basic design parameters of the cyclone device(diameter 135mm, height 619mm, height of cone body 271mm; height of cylinder body 307mm); Design parameters of an auxiliary device (diameter 94mm; central pipe diameter 67mm; recirculation duct height 64mm and recirculation duct width 32mm); Dust collection efficiency of the unimproved cyclone reaches up to 84% while applying this improved cyclone model brings efficiency up to 92.3%; The operating parameters are determined appropriately as the feed flow rate of 19m/s, the recycle stream of 50% with the air flow rate of 130m<sup>3</sup>/h. The design model has shown more significant dust collection efficiency than the unimproved single cyclone.

**Key words:** cyclone, improved cyclone, wood dust.

### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay vấn đề ô nhiễm không khí là một trong những mối đe dọa lớn tới sức khỏe con người là nguyên nhân đứng thứ tư gây ra những ca tử vong trên toàn thế giới. Dữ liệu của WHO cho thấy cứ 10 người thì có 9 người phải hít thở bầu không khí có chứa

các chất gây ô nhiễm ở mức cao. Theo thống kê của ngân hàng thế giới năm 2016 ô nhiễm không khí gây thiệt hại cho nền kinh tế toàn cầu với tổng chi phí lên đến 225 tỷ USD/năm [7].

Ở Việt Nam sự xuất hiện bụi trong không khí do rất nhiều nguyên nhân đó là: hoạt động

giao thông vận tải, công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp, xây dựng và dân sinh. Tại Việt Nam hai thành phố lớn là Hà Nội và TP Hồ Chí Minh ghi nhận chỉ số chất lượng không khí AQI ở mức nguy hại cho sức khỏe con người vào thời điểm cuối năm 2019 [8]. Do đó cần có các giải pháp cấp thiết mang tính đồng bộ để giảm thiểu ô nhiễm không khí nói chung và bụi nói riêng, một trong những việc cần thực hiện là chế tạo ra các thiết bị xử lý ô nhiễm bụi hiệu quả và có tính ứng dụng trong thực tế.

Theo thống kê của Cục xúc tiến thương mại Việt Nam năm 2019 ngành công nghiệp chế biến gỗ là ngành hàng xuất khẩu chủ lực đứng thứ 5 của Việt Nam sau dầu thô, dệt may, giày dép và thủy sản, trở thành nước xuất khẩu đồ gỗ đứng đầu Đông Nam Á [6]. Hiện nay ngành công nghiệp chế biến gỗ có khoảng 3.500 doanh nghiệp chế biến gỗ, 340 làng nghề gỗ và số lượng lớn các hộ gia đình sản xuất kinh doanh đồ gỗ nhỏ lẻ chưa được thống kê, tạo công ăn việc làm cho khoảng 250.000 – 300.000 lao động.

Các hộ sản xuất này thường có diện tích nhà xưởng nhỏ, nằm đan xen trong khu dân cư, vốn đầu tư thấp với trang thiết bị máy móc thô sơ và thiếu các biện pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường. Thực trạng ở các làng nghề này cho thấy ô nhiễm tiếng ồn, ô nhiễm không khí do bụi và ô nhiễm nguồn nước đang trở nên rất trầm trọng. Bụi phát tán vào môi trường không khí có thể gây kích thích cơ học và phát sinh phản ứng xơ hóa phổi gây nên những bệnh hô hấp: viêm da dị ứng, viêm phổi, ung thư phổi; đột quỵ, bệnh tim mạch. Bụi lắng trên lá làm giảm khả năng quang hợp của cây, làm giảm sức sống và cản trở khả năng thụ phấn của cây, bụi gỗ và bụi sơn còn gây ô nhiễm nguồn nước mặt như ao hồ, giếng khơi gây khó khăn cho sinh hoạt của người dân.

Mặc dù các cơ sở đã có các biện pháp như xây tường ngăn hoặc sử dụng bạt che, vách ngăn, quạt thông gió, máy hút bụi để giảm bớt ô nhiễm, nhưng thực tế vấn đề ô nhiễm vẫn chưa được cải thiện. Các giải pháp như

thông gió, sử dụng quạt không phải là công nghệ thu hồi bụi mà chỉ nhằm phát tán bụi ra ngoài môi trường xung quanh giúp giảm bớt được bụi tại nơi sản xuất. Một số ít các cơ sở có sử dụng thiết bị lọc bụi túi vải tuy nhiên thiết bị này chỉ phù hợp với bụi gỗ có kích thước nhỏ phát tán trong công đoạn chà nhám, còn các bụi phát sinh trong công đoạn khác như bào, xẻ gỗ, gia công thô thường có kích thước lớn do đó thiết bị này thường hoạt động kém hiệu quả, cần diện tích bề mặt vải lọc lớn dẫn tới thiết bị cồng kềnh kém linh hoạt trong quá trình sử dụng. Từ thực trạng trên cho thấy cần có bước nghiên cứu giải quyết vấn đề trên.

Thiết bị cyclone là một trong những thiết bị được sử dụng khá phổ biến trong công nghệ xử lý bụi, tuy nhiên nhược điểm của thiết bị là kém hiệu quả với hạt có kích thước < 5 $\mu$ m. Hiện nay việc nghiên cứu nâng cao hiệu quả của thiết bị cyclone đã được một số tác giả trong và ngoài nước nghiên cứu. Tuy nhiên chưa có nghiên cứu nào sử dụng thiết bị cyclone cải tiến để tiến hành thử nghiệm trên đối tượng bụi gỗ. Do đó kế thừa nguyên lý trong các nghiên cứu trước, nghiên cứu này sử dụng cải tiến cyclone dạng H-15 [2] và thực hiện tối ưu hóa quá trình xử lý bụi gỗ tự nhiên.

## II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 1. Đối tượng nghiên cứu

Bụi gỗ được lấy từ xưởng gỗ Văn Nhị, địa chỉ số 17 Tây Nam, phường Vĩnh Hải, thành phố Nha Trang. Nguồn nguyên liệu đầu vào của xưởng là gỗ sồi đây là loại gỗ nhập có nguồn gốc từ Nga hoặc Mỹ.

Các công đoạn chế biến gỗ được tiến hành lấy mẫu phân tích bụi tổng số và bụi hô hấp, các thông số khối lượng riêng và kích thước hạt được lấy mẫu phân tích tại thùng chứa bụi của thiết bị xử lý bụi túi vải của xưởng gỗ.

### 2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.1. Phương pháp thiết kế

Mục tiêu của đề tài là nghiên cứu nâng cao hiệu quả xử lý bụi của cyclone vì vậy

lựa chọn kiểu cyclone đơn dạng IJH-15 làm đối tượng cải tiến vì đây là loại cyclone có hiệu quả làm sạch lớn nhất và có hệ số sức cản thủy lực nhỏ nhất. Dựa trên tính chất bụi phân tích được làm số liệu đầu vào để tính toán các thông số liên quan đến thiết bị cyclone. Các công thức tính toán thiết kế mô hình trong nghiên cứu này áp dụng theo tính toán thiết kế cyclone đơn dạng IJH-15 [2]. Sử dụng phần mềm AUTOCAD 2D để thiết kế mô hình dựa trên các thông số đã được tính toán.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

### 2.2.1. Sơ đồ nghiên cứu tổng quát

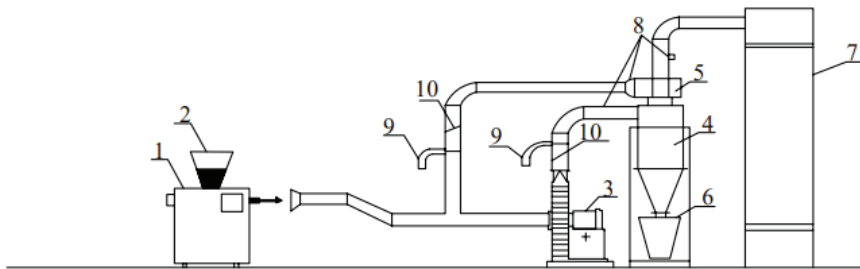
Nguồn phát sinh bụi gỗ → Phân tích chỉ

tiêu bụi → tính toán và thiết kế → Lắp đặt, vận hành và tối ưu hóa mô hình → Đánh giá hiệu quả mô hình xử lý bụi

Bụi được thu nhận từ thiết bị xử lý bụi túi vải của xưởng gỗ để đánh giá tính chất bụi. Dựa trên kết quả phân tích tính chất bụi làm cơ sở cho việc tính toán thiết kế mô hình. Sau khi mô hình cyclone được chế tạo sẽ vận hành để xác định chế độ hoạt động hiệu quả nhất. Chế độ hoạt động hiệu quả nhất được xác định còn dựa trên kết quả đối chứng với hiệu quả xử lý bụi của mô hình cyclone chưa cải tiến.

### 2.2.2. Xây dựng giá thí nghiệm

Kế thừa kết quả nghiên cứu của Trần



Sơ đồ công nghệ xử lý bụi

- |                         |                      |                             |                           |
|-------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1: Thiết bị cấp bụi     | 2: Phễu chứa bụi     | 3: Quạt hút                 | 4: Cyclone tuần hoàn dòng |
| 5: Bộ tuần hoàn dòng    | 6: Thùng chứa bụi    | 7: Thiết bị lọc bụi túi vải |                           |
| 8: Điểm đo áp suất dòng | 9: Điểm đo lưu lượng | 10: Van gió                 |                           |

Hình 1. Sơ đồ mô hình xử lý bụi.

Huy Toàn và cộng sự [3] để xây dựng giá thí nghiệm như Hình 1. Bụi được cấp thông qua thiết bị cấp bụi và được quạt hút vào thiết bị cyclone cải tiến với bộ tuần hoàn dòng. Phần lớn bụi được giữ lại ở thùng chứa 7 của cyclone. Dòng khí chứa các hạt bụi nhỏ đi ra ngoài cyclone theo ống ở tâm, một phần khí bụi được tách ra bởi bộ tuần hoàn dòng và tuần hoàn trở lại cyclone để tiếp tục xử lý. Phần khí còn lại tiếp tục được đưa sang thiết bị lọc bụi túi vải để xử lý. Lưu lượng dòng khí cấp bụi được điều chỉnh bởi van gió.

Mỗi thí nghiệm được tiến hành với 1 lượng bụi như nhau (0,5kg) để đảm bảo tính chính xác trong quá trình thí nghiệm.

### 2.3. Công thức tính hiệu quả xử lý bụi

Tính hiệu quả lọc bụi của cyclone:

$$\mu = \frac{M_{vào} - M_{ra}}{M_{vào}} \times 100\%$$

Trong đó:

$M_{vào}$  = Lượng bụi cấp vào cyclone, kg

$M_{ra}$  = Lượng bụi thu được ở đáy cyclone,

kg

Tỷ lệ dòng tuần hoàn khí:

$$r_{TH} = \frac{Q_{TH}}{Q_V} \cdot 100\%$$

Trong đó:

= Lưu lượng khí tuần hoàn, m<sup>3</sup>/h

= Lưu lượng dòng khí vào hệ thống, m<sup>3</sup>/h

2.4. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích sử dụng trong thí nghiệm

**Bảng 1. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích**

STT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Phương pháp phân tích	Tài liệu sử dụng
1	Bụi tổng	mg/Nm <sup>3</sup>	Phương pháp trọng lượng	TCVN 5977-2005
2	Bụi hô hấp	mg/Nm <sup>3</sup>	Phương pháp trọng lượng	QCVN02:2019/BYT
3	Lưu lượng dòng khí	m <sup>3</sup> /phút	Lưu lượng kế	
4	Kích thước hạt	µm	Sử dụng rây với kích thước lỗ sàng khác nhau	
5	Khối lượng riêng	Kg/m <sup>3</sup>	Xác định khối lượng	TCVN 339: 1986

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Microsoft excel Version 2010 hỗ trợ tính toán và vẽ đồ thị

**III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Kết quả phân cấp cỡ hạt bụi**

**Bảng 2. Bảng phân cấp cỡ hạt của bụi gỗ**

Đường kính cỡ hạt, m	<5	5-10	10-30	30-74	>74	Tổng (%)
Tỷ lệ khối lượng hạt, %	2,2	9,3	18,3	26,5	43,7	100

Từ kết quả phân tích ở trên cho thấy bụi gỗ có dải phân bố các hạt có kích thước khá rộng từ nhỏ hơn 5 m đến hơn 100 m. Các hạt có kích thước nhỏ hơn 5 m chỉ chiếm khoảng 2,2% tuy nhiên đây còn được gọi là những hạt bụi phổi nó có thể đi sâu vào trong khí quản của con người gây ảnh hưởng đến đường hô hấp. Đối với những hạt bụi có kích thước nhỏ này cần phải sử dụng các thiết bị lọc bụi tinh như thiết bị lọc bụi túi vải hoặc các phương pháp xử lý bụi ướt.

Tổng khối lượng các hạt bụi có kích thước lớn hơn 5 m và nhỏ hơn 30 m chiếm khoảng 54,1% theo khối lượng. Đây là những hạt bụi có kích thước tương đối nhỏ, nó dễ phát tán vào trong môi trường không khí. Những hạt bụi có dải kích thước này có thể sử dụng các thiết bị tách bụi thô để xử lý tương đối hiệu quả như: buồng lắng bụi, thiết bị lắng bụi kiểu lá sách, cyclone.

Bụi được thu nhận từ thiết bị xử lý bụi túi vải của xưởng gỗ để đem đi sàng bằng các lưới lọc có kích thước khác nhau để đánh giá phần trăm khối lượng của các hạt bụi và thu được kết quả như bảng sau:

Khối lượng riêng của bụi được lấy mẫu từ thiết bị thu bụi túi vải của xưởng sản xuất để đem đi phân tích, kết quả cho thấy khối lượng riêng của bụi là 347 kg/m<sup>3</sup>.

Với kết quả phân tích đường kính cỡ hạt ở trên có thể sử dụng kết hợp thiết bị lọc bụi cyclone kết hợp với lọc bụi túi vải để xử lý bụi gỗ.

**3.2 Kết quả tính toán và thiết kế thiết bị cyclone cải tiến**

Tính toán thiết bị cyclone với thông số đầu vào là: Lưu lượng khí vào Q<sub>v</sub> = 130m<sup>3</sup>/h; Khối lượng riêng của hạt bụi = 347 kg/m<sup>3</sup>; Nồng độ bụi vào trong thiết bị cyclon = 12 g/m<sup>3</sup>; Nhiệt độ khí thải t = 30. Mô hình thí nghiệm thiết bị cyclone được thiết kế theo kiểu TQH 15 đây là kiểu cyclone được sử dụng nhiều nhất với năng suất cao và sức cản thủy lực thấp [1].

**Bảng 3. Kích thước thiết bị cyclone**

STT	Kích thước cyclone	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Đường kính	D	135	mm
2	Chiều cao	H	619	mm
3	Chiều cao thân hình nón	h <sub>3</sub>	271	mm
4	Chiều cao thân hình trụ	h <sub>2</sub>	307	mm

STT	Kích thước cyclone	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
5	Đường kính ống ở tâm	$d_1$	88	mm
6	Chiều dài ống ở tâm	$h_1$	100	mm
7	Đường kính trong cửa tháo bụi	$d_2$	43	mm
8	Chiều cao ống dẫn khí vào	$h$	64	mm
9	Chiều rộng ống dẫn khí vào	$b$	32	mm
10	Chiều cao ống ở tâm (phía ngoài mặt bích)	$h_3$	80	mm

Bộ tuần hoàn dòng ra của cyclone là một dạng post-cyclone (PoC) được đặt ngay phía trên ống ra của cyclone. Kế thừa nghiên cứu

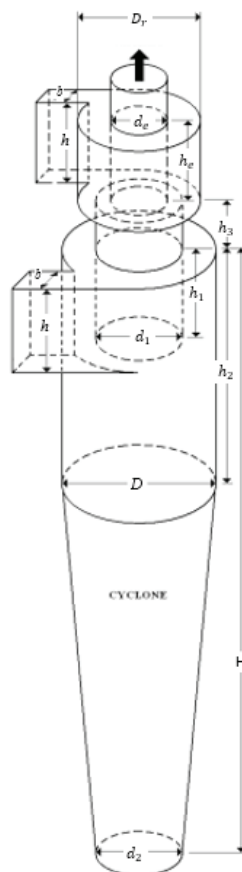
của Sepehr Sadighil và cộng sự [5], và dựa vào kết quả tính toán trong Bảng 3, kích thước của bộ phận PoC được đề xuất ở Bảng 4.

**Bảng 4. Kích thước bộ tuần hoàn**

STT	Kích thước bộ tuần hoàn	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Đường kính	$D_r$	94	mm
2	Đường kính ống ở tâm	$d_e$	67	mm
3	Chiều cao ống dẫn khí tuần hoàn	$h_c$	64	mm
4	Chiều rộng ống dẫn khí tuần hoàn	$b_c$	32	mm

Sau khi tính toán kích thước của thiết bị cyclone và bộ phận tuần hoàn dòng ra, thì

mô hình cyclone cải tiến được thiết kế theo Hình 2.



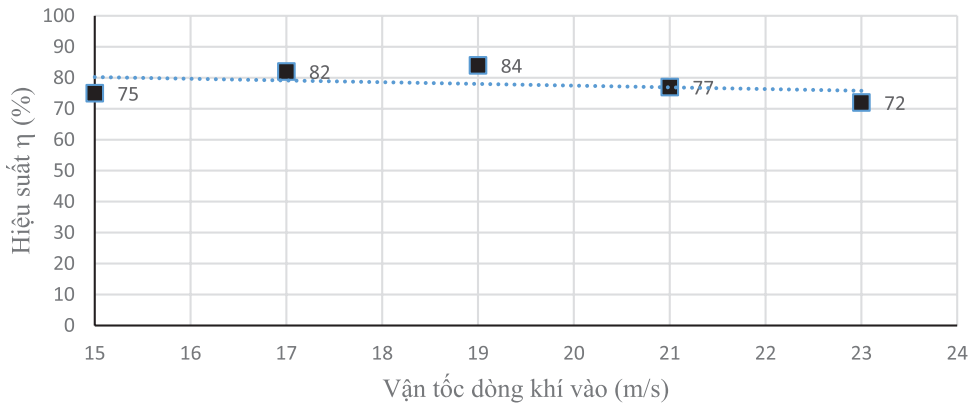
**Hình 2. Sơ đồ thiết kế cấu tạo cyclone cải tiến.**

### 3.3 Đánh giá hiệu quả lọc bụi

#### a. Hiệu quả lọc bụi của cyclone chưa cải tiến

Kết quả thí nghiệm với mô hình chưa cải

tiến (lưu lượng dòng tuần hoàn bằng không) ở các vận tốc dòng vào khác nhau trong khoảng từ 15m/s đến 23m/s được trình bày trong Hình 3.



Hình 3. Hiệu quả lọc bụi của cyclone chưa cải tiến.

Từ kết quả thí nghiệm cho thấy khi vận tốc dòng khí đưa vào cyclone tăng từ 15m/s lên 17m/s và 19m/s thì hiệu quả lọc bụi cũng tăng theo và ở vận tốc 19m/s cho hiệu quả thu hồi bụi lớn nhất là 84,3%. Khi tiếp tục tăng vận tốc dòng khí lên 21m/s và 23m/s thì hiệu quả lọc bụi lại giảm dần. Hiệu suất thu hồi bụi giảm khi tăng vận tốc của dòng khí là do việc tăng vận tốc dòng khí đầu vào làm tăng lưu lượng khí vào thiết bị, từ đó làm đường kính giới hạn của hạt bụi tăng lên [1], [4].

Như vậy vận tốc dòng khí vào trong khoảng 17m/s đến 21m/s sẽ được lựa chọn để áp dụng trên mô hình thiết bị cyclone cải tiến với các tỷ lệ dòng tuần hoàn khác nhau.

#### b. Hiệu quả lọc bụi của mô hình cyclone cải tiến

Kết quả đánh giá hiệu quả lọc bụi (hiệu suất  $\eta$  (%)) khi thay đổi vận tốc dòng khí vào và tỷ lệ dòng tuần hoàn được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Hiệu quả lọc bụi ứng với tỷ lệ tuần hoàn khác nhau theo các dải vận tốc khác

STT	Vận tốc vào ống chính (m/s)	Tỷ lệ tuần hoàn	Hiệu suất $\eta$ (%)
1	17	30	81,2
2	17	40	84,5
3	17	50	89,5
4	17	60	90,3
5	17	70	90,8
6	19	30	86,3
7	19	40	87,4
<b>8</b>	<b>19</b>	<b>50</b>	<b>92,3</b>
9	19	60	92,9
10	19	70	93,2
11	21	30	79,2
12	21	40	81,5
13	21	50	86,9
14	21	60	87,4
15	21	70	87,9



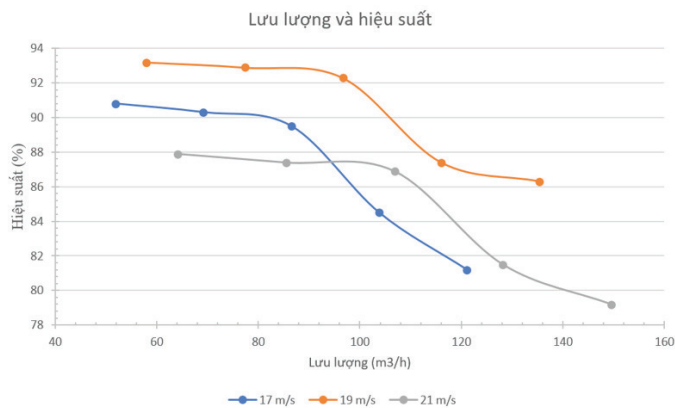
Đối với vận tốc dòng vào ở 17m/s hiệu quả thu hồi cao nhất đạt 90,8% với dòng tuần hoàn 70%. Tương tự như vậy với dòng khí vào với vận tốc 19m/s thì hiệu suất đạt 92,3%; dòng khí vào với vận tốc 21m/s thì hiệu suất thu hồi bụi cao nhất là 87,9% với dòng tuần hoàn 70%.

Kết quả thu được ở Bảng 5 cho thấy khi áp dụng cùng vận tốc dòng khí vào, nếu tăng tỷ lệ dòng tuần hoàn thì hiệu quả xử lý bụi cũng tăng theo. Khi tăng vận tốc dòng khí vào từ 17m/s lên 19m/s thì hiệu quả xử lý bụi tăng tỷ lệ thuận với lưu lượng dòng tuần hoàn, tuy nhiên khi tăng vận tốc dòng tuần hoàn lên 21m/s thì mối quan hệ tỷ lệ thuận này vẫn đảm bảo nhưng hiệu quả xử lý bụi vẫn thấp hơn tại vận tốc dòng khí vào 19m/s. Việc tăng hiệu quả thu hồi bụi là do các hạt

bụi gỗ có kích thước nhỏ được tuần hoàn vào thiết bị cyclone và va chạm vào các hạt có kích thước lớn nên kết tụ lại làm tăng khối lượng và dễ được thu hồi hơn dưới tác dụng của lực ly tâm.

Tại cùng chế độ vận tốc dòng khí đầu vào, khi tỷ lệ dòng tuần hoàn tăng từ 40% đến 50% thì hiệu quả thu hồi bụi tăng nhiều hơn so với khi tăng tỷ lệ này từ 50% đến 60%. Khi tiếp tục tăng lưu lượng dòng tuần hoàn lên tới 70% thì hiệu quả thu hồi bụi tăng không đáng kể. Do đó với mô hình được thiết kế trong nghiên cứu này, để tăng hiệu quả thu hồi bụi và giảm thiểu tiêu hao năng lượng của quạt hút thì nên chọn tỷ lệ dòng tuần hoàn 50% lưu lượng dòng vào của thiết bị cyclone.

**c. Đánh giá hiệu quả xử lý và hiệu suất của thiết bị cyclone cải tiến**



**Hình 4: Mối quan hệ giữa lưu lượng xử lý và hiệu quả xử lý bụi gỗ của thiết bị cyclone cải tiến.**

Từ hình 4 cho thấy mối quan hệ giữa lưu lượng xử lý và hiệu quả xử lý bụi của xyclone cải tiến. Ở cả 3 vận tốc nghiên cứu là 17 m/s, 19 m/s và 21 m/s đều tuân theo quy luật khi giảm lưu lượng tuần hoàn xuống tương ứng với lưu lượng xử lý tăng thì hiệu suất xử lý tăng lên. Cụ thể:

Ở thí nghiệm đưa dòng khí đi vào cyclone với vận tốc 17 m/s thì hiệu suất thu hồi cao nhất là 90,8% ứng với lưu lượng xử lý 51,9 m³/h (tỷ lệ tuần hoàn 70%), khi lưu lượng xử lý tăng lên 69,2 m³/h (tỷ lệ tuần hoàn 60%) và 86,5 m³/h (tỷ lệ tuần hoàn 50%) thì hiệu quả xử lý giảm tương đương còn 90,3% và 89,5%, sự giảm này không đáng kể. Tuy nhiên khi tăng lưu lượng xử lý lên 103,8

m³/h (dòng tuần hoàn 40%) thì hiệu quả xử lý giảm khá nhiều xuống còn 84,5%.

Ở thí nghiệm đưa dòng khí đi vào cyclone với vận tốc 19 m/s thì hiệu suất thu hồi cao nhất là 93,2% ứng với lưu lượng xử lý 58 m³/h (tỷ lệ tuần hoàn 70%), khi lưu lượng xử lý tăng lên 77,3 m³/h (tỷ lệ tuần hoàn 60%) và 96,6 m³/h (tỷ lệ tuần hoàn 50%) thì hiệu quả xử lý giảm tương đương còn 92,9% và 92,3%, sự giảm này không đáng kể. Tuy nhiên khi tăng lưu lượng xử lý lên 116 m³/h (dòng tuần hoàn 40%) thì hiệu quả xử lý giảm khá nhiều xuống còn 87,4%.

Ở thí nghiệm đưa dòng khí đi vào cyclone với vận tốc 21 m/s thì hiệu suất thu hồi cao nhất là 87,9% ứng với lưu lượng xử lý 64,1

m<sup>3</sup>/h (tỷ lệ tuần hoàn 70%), khi lưu lượng xử lý tăng lên 85,6 m<sup>3</sup>/h (tỷ lệ tuần hoàn 60%) và 106,8 m<sup>3</sup>/h (tỷ lệ tuần hoàn 50%) thì hiệu quả xử lý giảm tương đương còn 87,4% và 86,9%, sự giảm này không đáng kể. Tuy nhiên khi tăng lưu lượng xử lý lên 128,2 m<sup>3</sup>/h (dòng tuần hoàn 40%) thì hiệu quả xử lý giảm khá nhiều xuống còn 81,5%.

Như vậy ở tất cả các vận tốc thí nghiệm nên chọn tối đa với tỷ lệ 50 % dòng tuần hoàn để đảm bảo hiệu quả xử lý bụi và hiệu suất thu hồi bụi gỗ.

#### IV. KẾT LUẬN

Sử dụng cyclone cải tiến được thiết kế có điều chỉnh lưu lượng dòng tuần hoàn đầu vào sẽ mang lại hiệu quả xử lý bụi gỗ cao hơn so với cyclone đơn nhờ gia tăng hiệu quả thu hồi bụi bởi sự kết tụ các hạt có kích thước

nhỏ có trong dòng tuần hoàn.

Vận hành mô hình thiết kế cyclone cải tiến trong nghiên cứu này cho hiệu quả xử lý bụi gỗ tốt nhất ở các thông số hoạt động là: vận tốc dòng khí vào 19m/s và tỷ lệ dòng tuần hoàn không quá 50%.

Việc sử dụng cyclone cải tiến với dòng tuần hoàn sẽ ảnh hưởng tới năng suất và tổn thất năng lượng của thiết bị do đó trong thực tế cần cân nhắc lựa chọn tỷ lệ dòng tuần hoàn cho phù hợp với tính chất bụi và yêu cầu xử lý thực tế.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần của đề tài cấp trường Đại học Nha Trang: “Thiết kế mô hình xử lý bụi quy mô phòng thí nghiệm”. Cơ quan chủ trì là Viện CNSH&MT. Mã số đề tài TR2020-13-16.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

##### Tiếng Việt

1. Nguyễn Bin (2006), “Sổ tay quá trình thiết bị công nghệ hóa chất”: tập 1, NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội.
2. Trần Ngọc Chấn (2001), “Ô nhiễm không khí và xử lý khí thải”: tập 2, NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội.
3. Trần Huy Toàn và cộng sự (2013), “Nghiên cứu thực nghiệm nâng cao hiệu quả lọc bụi của cyclone”, *Tạp chí Hoạt động KHCN An toàn - Sức khỏe & Môi trường lao động*, Số 4,5&6, trang 56-63.
4. Trần Xoa (2013), “Sổ tay quá trình thiết bị công nghệ hoá chất”: tập 2, NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội.

##### Tiếng Anh

5. Sepehr Sadighi, Mansoor Shirvani, Mansooreh Esmaeli, Raheleh Farzami (2006), “Improving the Removal Efficiency of Cyclones by Recycle Stream”, *Journal of Chemical Engineering & Technology*, 29 (10), pp. 1242-1246.
6. Các trang web
7. <https://daibieunhandan.vn/Kinh-te-phat-trien/But-pha-manh-me-cua-nganh-cong-nghiep-che-bien-go-i161074/>, (Báo đại biểu nhân dân, 2019, Bứt phá mạnh mẽ của ngành công nghiệp chế biến gỗ), truy cập ngày 12/11/2022.
8. <http://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>, (WHO, 2018, 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action), truy cập ngày 3/12/2022
9. <https://thanhnien.vn/khong-khi-tai-tphcm-va-ha-noi-sap-cham-muc-cuc-nguy-hai-cho-suc-khoe-post908245.html> (Báo thanh niên, 2019, Không khí tại TP.HCM và Hà Nội sắp chạm mức cực nguy hại cho sức khỏe), truy cập ngày 4/7/2021.