

THIẾT KẾ MÔ HÌNH XỬ LÝ BỤI MỊN TRONG NHÀ BẰNG PHƯƠNG PHÁP ION ÂM

DESIGNING A MODEL OF HANDLING SMOOTH IN HOME WITH NEGATIVE ION METHOD

Chu Tường Mai¹, Nguyễn Thị Hằng¹,
Phạm Quốc Anh¹, Phạm Hương Quỳnh^{2,*}

TÓM TẮT

Hiện nay, ô nhiễm không khí là vấn đề được hết sức quan tâm. Thống kê cho thấy mọi người dành hơn 80% thời gian ở trong nhà. Ô nhiễm không khí trong nhà có ảnh hưởng tương đương hoặc lớn hơn đến sức khoẻ khi so sánh với môi trường xung quanh. Do đó, việc đảm bảo chất lượng không khí trong nhà là vô cùng quan trọng.

Từ khóa: Ô nhiễm, môi trường, không khí, bụi mịn.

ABSTRACT

At present, air pollution is a matter of great concern. Statistics show that people spend more than 80% of their time indoors. Indoor air pollution has an equal or greater effect on health when compared to the surrounding environment. Therefore, ensuring indoor air quality is extremely important.

Keywords: Pollution, environment, air, fine dust.

¹Lớp ĐH Hóa Môi trường 01- K13, Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: quynhktmt@gmail.com

1. GIỚI THIỆU

Bụi trong nhà là một hỗn hợp không đồng nhất các hạt, bao gồm sợi (nhân tạo và tự nhiên), hạt lắng PM trong khí quyển, tóc, tro, các hạt trên da người, động vật... Ảnh hưởng của bụi trong nhà không kém gì bụi ngoài trời. Tuy nhiên, bụi trong nhà không thực sự được quan tâm bởi lẽ nhiều người nghĩ không khí trong nhà là không khí sạch, không bị ô nhiễm bởi các tác nhân. Họ không biết rằng chúng ta luôn mang theo những tác nhân đó vào ngôi nhà của mình một cách trực tiếp hoặc gián tiếp.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mục đích, đối tượng, phạm vi nghiên cứu

- Mục đích nghiên cứu

+ Đánh giá mức độ ô nhiễm không khí trong nhà tại Viện công nghệ HaUI - tầng 17, tòa nhà A1, khu A, trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

+ Đánh giá hiệu quả xử lý bụi của mô hình chế tạo

- Đối tượng nghiên cứu: Bụi mịn PM_{2.5} và bụi mịn PM₁₀

- Phạm vi nghiên cứu:

+ Về không gian: Tại Viện công nghệ HaUI và văn phòng làm việc HPC - tầng 17, tòa nhà A1, khu A, trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

+ Về thời gian: Thời gian thực hiện từ ngày 10 tháng 01 năm 2020 đến hết ngày 10 tháng 04 năm 2021.

2.2. Thiết bị nghiên cứu

- Thiết bị đo chất lượng không khí Fairkit: Hỗ trợ đo các thông số chất lượng không khí cơ bản như: PM_{2.5}, PM₁₀, CO, nhiệt độ và độ ẩm. Được sử dụng với đối tượng là hộ gia đình, các tổ chức, doanh nghiệp, văn phòng có khả năng cảnh báo ô nhiễm không khí theo thời gian thực để người dùng chủ động phòng ngừa và bảo vệ sức khỏe. Chỉ số chất lượng không khí được tính theo thang điểm (khoảng giá trị AQI) tương ứng với biểu tượng và các màu sắc.

- Thiết bị tạo ion âm lọc không khí 220V 20 - 30 M2 JP - A2262: Phát ion âm ra không khí. Các hạt ion âm sau khi được phát tán ra không khí sẽ có tác dụng tiêu diệt vi khuẩn, virus, nấm mốc, mùi khó chịu. Giúp cơ thể bổ sung lượng ion âm thiếu trên cơ thể trong quá trình sinh hoạt hằng ngày.

- Cây ngọc ngân (*Dieffenbachia Picta*) trồng thủy sinh: Là 01 trong 10 loại cây lọc và khử độc không khí tốt nhất. Phiến lá rộng, hấp thụ tốt các chất độc hại có trong không khí. Lọc bụi bẩn và các vi khuẩn gây dị ứng hô hấp, giảm bớt các triệu chứng hắt hơi, sổ mũi. Cây có thể sinh trưởng tốt trong môi trường máy lạnh hay những nơi thiếu ánh sáng, dễ sống và chăm sóc.

2.3. Triển khai nghiên cứu

- Quy trình thực hiện nghiên cứu

+ **Đặt mô hình và thiết bị đo không khí FairKit:** Tại văn phòng làm việc Viện Công nghệ HaUI và phòng làm việc HPC, thiết bị đo chất lượng không khí FairKit đặt ở độ cao 75cm và 100cm. Mô hình được vận hành và thay đổi độ cao đặt lần lượt là 75cm và 100cm, thu thập số liệu từ máy đo chất lượng không khí FairKit và đánh giá hiệu quả của mô hình ở 02 trường hợp (có ion âm và không có ion âm).

+ **Ghi chép, thu thập số liệu:** Ở từng trường hợp, ghi rõ các điều kiện đo: không gian đo, thời gian đo, điều kiện thời tiết đo (nhiệt độ, độ ẩm) và ghi số liệu được hiển thị trên máy đo chất lượng không khí FairKit vào bảng bao gồm các thông số: PM_{2.5}, PM₁₀, CO, nhiệt độ và độ ẩm.

+ *Xử lý số liệu*: Số liệu sau khi ghi chép được đưa vào excel và được xử lý bằng phần mềm phân tích số liệu R

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

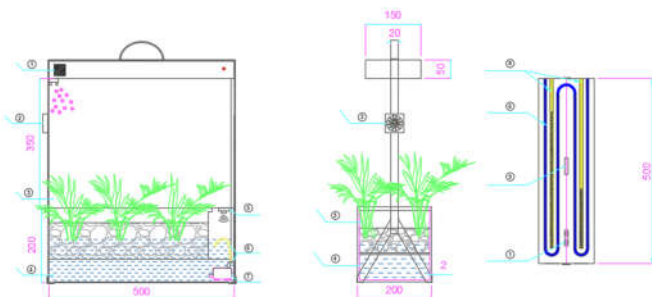
3.1. Thiết kế, chế tạo mô hình lọc bụi bằng ion âm kết hợp cây xanh

3.1.1. Lựa chọn đối tượng thiết kế

- Cây trồng: Cây ngọc ngân trồng thủy sinh
- Thiết bị tạo ion âm lọc không khí 220V 20 - 30 M2 JP - A2262: Phát các hạt ion âm ra không khí.
- Bơm thả chìm: Có tác dụng bơm nước từ dưới bể lên để tưới cây cũng như rửa bụi trên lá cây.
- Bơm tuần hoàn: Tạo các luồng khí oxy cung cấp cho hệ sinh vật trong bể. Xử lý nước, hạn chế tối đa sự phát triển của rong rêu, tảo.
- Quạt hút: Hút các bụi lơ lửng xung quanh phòng về gần với mô hình làm tăng hiệu suất xử lý.
- Đèn: Sử dụng đèn led có ánh sáng xanh, vàng, trắng là những ánh sáng mà cây cần trong quá trình sinh trưởng và phát triển.
- Cảm biến ánh sáng: Báo lượng ánh sáng xung quanh mô hình, bổ sung ánh sáng bằng đèn khi lượng ánh sáng không đủ để cây phát triển.
- Cảm biến mực nước: Trong quá trình sử dụng, lượng nước có thể bay hơi hay văng ra ngoài trong khi bơm làm giảm lượng nước trong mô hình. Cảm biến giúp ta biết được lượng nước đang có trong mô hình để cung cấp thêm nước vào mô hình.

3.1.2. Thiết kế mô hình

- Hệ mạch: Kết nối các cảm biến nhận các thông tin từ cảm biến gửi về sau đó sẽ gửi các thông tin nhận được thông qua mạng wifi về điện thoại người dùng. Ngoài ra người dùng có thể điều khiển để bật, tắt các thiết bị như: ion âm, bơm, đèn khi cần thiết.
- Phần vỏ và khung bao: Vỏ hộp sẽ có tác dụng bảo vệ các linh kiện, mạch điện tử, tăng độ ổn định trong quá trình vận hành. Khung bao làm cho mô hình thêm chắc chắn, hỗ trợ tay cầm giúp dễ dàng trong quá trình di chuyển.



Chú thích:
 ① Thiết bị tạo ion âm ② Quạt hút ③ Hệ thống cây thủy sinh
 ④ Nước ⑤ Cảm biến mực nước ⑥ Ống dẫn nước
 ⑦ Hệ thống bơm ⑧ Đèn led ⑨ Cảm biến ánh sáng

Hình 1. Nguyên lý hoạt động của mô hình

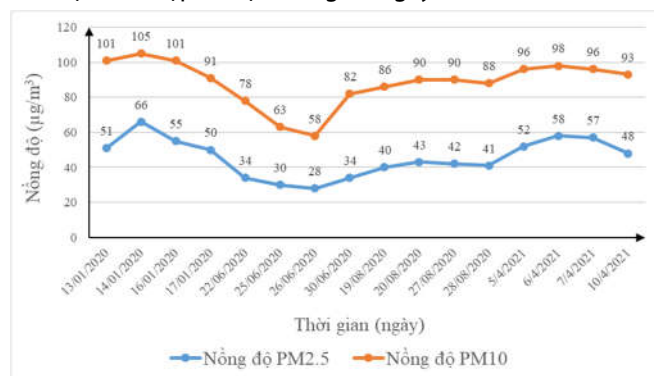
Sau khi xác định các đối tượng cần thiết cho mô hình vận hành và hiệu quả, sử dụng phần mềm Autocad sắp xếp các đối tượng một cách hợp lý, xác định được các thông số của mô hình với kích thước ban đầu như sau: chiều dài L = 50cm, chiều rộng R = 20cm, chiều cao H = 60cm.

Nguyên lý hoạt động của mô hình: Khi hoạt động, thiết bị tạo ion âm (1) sẽ phát ra các ion âm làm cho các hạt bụi có kích thước nhỏ (PM_{2.5}, PM₁₀...) trong không khí sẽ kết dính vào với nhau nhờ lực hút tĩnh điện. Các hạt bụi này có thể lắng xuống sàn nhà. Mặt khác, tại thiết bị có một máy hút (2) các hạt bụi này xuống dưới hệ thống cây thủy sinh (3) sẽ là chất dinh dưỡng cho cây trồng phát triển, hàng tháng sẽ thay thế tấm lọc của máy hút (2) để đảm bảo hiệu quả lọc bụi. Khi bề mặt lá cây bám bụi, hệ thống bơm (7) sẽ bơm nước (4) qua các ống dẫn nước (6) lên trên để rửa sạch. Trong quá trình sử dụng, cảm biến mực nước (5) và cảm biến ánh sáng (9) sẽ gửi các thông số về điện thoại của người dùng khi điều kiện ánh sáng nhỏ hơn 1500 lux thì đèn (8) cần được bật để cung cấp ánh sáng cho cây.

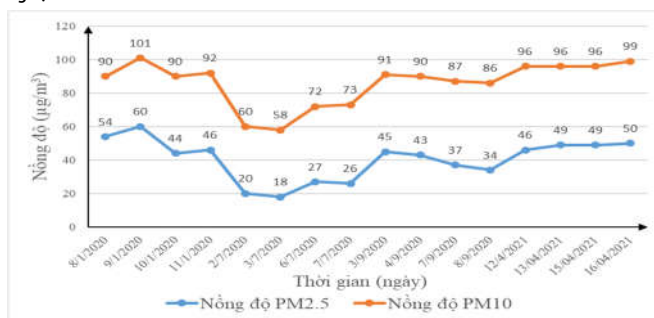
3.2. Nghiên cứu, đánh giá hiệu xử lý bụi của mô hình

3.2.1. Khảo sát mức độ ô nhiễm tại Viện Công nghệ HaUI

Để đánh giá được mức độ ô nhiễm không khí trong nhà tại Viện Công nghệ HaUI khi không bật thiết bị tạo ion âm vẫn để mô hình trong phòng, từ tháng 01/2020 đến hết tháng 04/2021, tiến hành thực hiện thu thập số liệu mẫu đo từ thiết bị đo chất lượng không khí FairKit, chia làm 04 đợt tương đương với 04 mùa trong năm của Hà Nội trong đó mỗi đợt thu thập số liệu trong 04 ngày.



Hình 2. Đồ thị biểu diễn nồng độ PM_{2.5} và PM₁₀ tại văn phòng Viện Công nghệ HaUI



Hình 3. Đồ thị biểu diễn nồng độ PM_{2.5} và PM₁₀ tại phòng làm việc HPC qua 04 đợt

Dựa vào TCVN 2020 về chất lượng không khí trong nhà tuân theo quy chuẩn chất lượng không khí xung quanh (QCVN 05:2003/BTNMT và QCVN 06:2009/BTNMT) nồng độ bụi $PM_{2.5}$ và PM_{10} thu thập được tại Viện thuộc vào nhóm nhạy cảm vượt quá giới hạn được chấp nhận đối với thông số $PM_{2.5}$ và PM_{10} trong nhà có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

3.2.2. Đánh giá hiệu quả lọc bụi của mô hình

Địa điểm nghiên cứu	Vị trí đặt	Loại bụi	Số trung bình (Mean)	Độ lệch chuẩn (Sd)	Số trung vị (Median)	Giá trị tối thiểu (Min)	Giá trị tối đa (Max)	Trị số (p-value)
Văn phòng Viện công nghệ HaUI	75 cm	$PM_{2.5}$	13.18	7.2	12	4	23	< 2.2e - 16
		PM_{10}	26.18	7.2	24	16	39	< 2.2e - 16
	100 cm	$PM_{2.5}$	27.3	5.38	26	18	38	< 2.2e - 16
		PM_{10}	42.4	4.73	42	33	51	< 2.2e - 16
Phòng làm việc HPC	75cm	$PM_{2.5}$	6.25	1.97	6	4	10	< 2.2e - 16
		PM_{10}	16.85	1.85	17	14	22	< 2.2e - 16
	100 cm	$PM_{2.5}$	23.6	3.86	23	16	30	< 2.2e - 16
		PM_{10}	40.42	5.16	40	30	50	< 2.2e - 16

Vận hành mô hình mang lại hiệu quả trong việc xử lý bụi trong nhà. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ và PM_{10} tuy không được xử lý hoàn toàn nhưng theo TCVN đã đạt trong mức giới hạn có thể chấp nhận được. Đây là một kết quả tuy không cao so với các loại máy lọc bụi đang được sử dụng của các hãng công nghệ lớn trên thế giới hiện nay nhưng là tiền đề để phát triển các nghiên cứu sau này.

3.2.3. Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý bụi của mô hình

- **Yếu tố thời tiết:** Trong quá trình nghiên cứu thấy được nồng độ bụi ở đợt 01 và 04 tương đối cao trong khi đó ở đợt 02 và 03 nồng độ bụi ở mức thấp, có thể dưới mức giới hạn của không khí trong nhà và không gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

Sự chênh lệch này là do chất lượng không khí xung quanh có sự khác biệt về thời tiết các mùa trong năm ảnh hưởng đến quá trình lan truyền và khuếch tán các chất ô nhiễm trong không khí (04 đợt nghiên cứu tương đương với thời tiết từ quý II đến quý I năm sau).

- Yếu tố độ cao đặt mô hình

Địa điểm đo	Vị trí đặt mô hình	Nồng độ trước xử lý ($\mu g/m^3$)	Nồng độ sau xử lý ($\mu g/m^3$)		Hiệu suất (%)	
			75 cm	100 cm	75 cm	100 cm
Văn phòng Viện công nghệ HaUI	$PM_{2.5}$	46	13	27	71.7	41.3
	PM_{10}	89	26	42	70,9	52.8
Phòng làm việc HPC	$PM_{2.5}$	41	6	24	84.2	40.5
	PM_{10}	86	17	40	80,2	53.4

Có thể thấy hiệu suất xử lý bụi của mô hình ở độ cao 75cm tốt hơn rất nhiều so với độ cao 100cm (> 30%). Nguyên nhân chủ yếu chính là do càng ở độ cao cách xa mặt đất thì bụi trong không khí càng khó có thể sa lắng dễ dàng một cách tự nhiên. Ngoài ra còn chịu ảnh hưởng của sự thông gió tự nhiên của hệ thống phòng làm việc, áp suất không khí sinh ra dựa vào sức nổi của dòng không khí nóng bay lên thông qua các lỗ trong lớp phủ của tòa nhà.

- Diện tích đặt mô hình

Mặc dù sự chênh lệch về diện tích giữa văn phòng Viện công nghệ HaUI và phòng làm việc HPC khá lớn ($91m^2 >< 35m^2$) nhưng hiệu suất lọc bụi của mô hình gần như không thay đổi do có sử dụng quạt hút, hút các bụi lơ lửng xung quang phòng về gần mô hình làm tăng hiệu quả xử lý. Hiệu suất xử lý tại phòng HPC có cao hơn khoảng 3% so với văn phòng Viện nguyên nhân là tại phòng HPC ít người qua lại và số người làm việc thường xuyên tại phòng cũng ít hơn.

4. KẾT LUẬN

Thiết kế, chế tạo được mô hình xử lý bụi trong nhà bằng thiết bị tạo ion âm kết hợp với cây ngọc ngân (*Dieffenbachia Picta*) với kích thước: chiều dài L = 50cm, chiều rộng R = 20cm, chiều cao H = 60cm được hoàn thiện và đưa vào sử dụng. Mô hình không chỉ xử lý bụi trong nhà mà còn có giá trị thẩm mỹ cao.

Nghiên cứu đã đánh giá được khả năng xử lý bụi trong nhà của mô hình bước đầu đưa ra kết quả tương đối khả quan. Cho thấy được việc kết hợp ion âm và cây xanh thực sự có hiệu quả trong việc làm giảm nồng độ bụi mịn cũng như bụi lơ lửng trong không khí trong nhà với hiệu suất lọc bụi lên đến 85% ở độ cao đặt mô hình là 75cm trong phòng có diện tích từ 25 - 50m²

Kiến nghị: Qua kết quả nghiên cứu cho thấy tiềm năng của ion âm trong xử lý bụi trong nhà là rất cao. Mô hình thực sự hiệu quả và có thể được thương mại hóa. Tuy nhiên trong quá trình nghiên cứu, còn một số vấn đề như: ảnh hưởng của thảm thực vật đến hiệu quả xử lý bụi của mô hình và nồng độ phát ion âm cụ thể của thiết bị tạo ion âm có trong mô hình chưa được nghiên cứu tới, do đó cần được tìm hiểu sâu hơn để có được dải tối ưu của ion âm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nelson Augusto Rosário Filho, 2021. *Air pollution and indoor settings*. World Allergy Organization Journal.
- [2]. Rebecca M. Maertens, Jennifer Bailey, Paul A. White, 2004. *The mutagenic hazards of settled house dust: a review*. Mutation Research.
- [3]. Minmin Hou, Yali Shi, Guangshui Na, Yaqi Cai, 2021. *A review of organophosphate esters in indoor dust, air, hand wipes and silicone wristbands: Implications for human exposure*, Environment International.
- [4]. Emma A.R. Zuiderveen, J. Chris Sloopweg, Jacob de Boer, 2020. *A review of their occurrence in indoor air, dust, consumer goods and food*. Chemosphere.

- [5]. Luisa Lucattini, Giulia Poma, Adrian Covaci, Jacob de Boer, Marja H. Lamoree, Pim E.G. Leonards, 2018. *A review of semi-volatile organic compounds (SVOCs) in the indoor environment: occurrence in consumer products, indoor air and dust*, Chemosphere.
- [6]. Hannah Ritchie, Max Roser, 2019. *Indoor air pollution*. Our World in Data, <https://ourworldindata.org/indoor-air-pollution>.
- [7]. Trương An Hà và cộng sự, 2018. *Dự báo chất lượng không khí tại Hà Nội và khu vực phía Bắc Việt Nam*. Viện Phân tích Hệ thống Ứng dụng Quốc tế (IIASA), A - 2361 Laxenburg, Cộng hòa Áo và Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Công nghệ (CRETECH) Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST).
- [8]. <https://cungcap.net/vi/n/453997-goc-nhin-dai-bieu-kiem-soat-oi-nhiem-bui-min>.
- [9]. <https://homeair.vn/top-7-may-loc-khong-khi-loc-duoc-bui-min-tot-nhat-hien-nay.html>.
- [10]. <https://homeair.vn/mang-loc-hepa-la-gi-cong-nghe-loc-khong-khi-hepa-nhu-the-nao.html>.
- [11]. <https://www.healthline.com/health/negative-ions>.
- [12]. <https://www.airtamer.com/negative-ions-positive-effect-human-body/>.
- [13]. <https://www.dienmayxanh.com/kinh-nghiem-hay/cong-nghe-ion-am-la-gi-vi-sao-nhieu-hang-su-dung-c-1227318>.
- [14]. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychres.2017.08.040>.
- [15]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3598548/>.
- [16]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6213340/>.
- [17]. <https://nutritionreview.org/2013/04/positive-health-benefits-negative-ions/>.
- [18]. <https://nguoidothi.net.vn/cac-loai-cay-co-tac-dung-thanh-loc-khong-khi>.
- [19]. https://en.wikipedia.org/wiki/NASA_Clean_Air_Study.
- [20]. Nguyễn Văn Tuấn. *Phân tích số liệu và biểu đồ bằng R*, trang 4.
- [21]. QCVN 05: 2003/BTNMT: *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng không khí xung quanh*.
- [22]. QCVN 06: 2009/BTNMT. *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về Một số chất độc hại trong không khí xung quanh*.
- [23]. Phạm Ngọc Đăng, Trần Thị Minh Nguyệt, 2021. *Nghiên cứu xây dựng tiêu chuẩn mới về chất lượng không khí trong nhà và nhà ở công cộng*. Tạp chí Môi trường, số 01/2021.
- [24]. Nguyễn Anh Thu, 2018. *Báo cáo chất lượng không khí năm 2017*. GreenID.