

XÁC ĐỊNH KẾT CẤU HỢP LÝ CHO BUỒNG ĐÓT CỦA MÁY PHUN MÙ DẠNG XUNG ĐỘNG ỨNG DỤNG TRONG KHỬ TRÙNG CHUỒNG TRẠI CHĂN NUÔI LỢN

Nguyễn Văn Tựu¹, Trần Công Chi¹, Nguyễn Xuân Nam², Hoàng Sơn¹

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

²Trường Cao đẳng Cơ giới Ninh Bình

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2023.2.116-125>

TÓM TẮT

Nghiên cứu này giới thiệu kết quả xác định kết cấu hợp lý cho buồng đốt của máy phun mù dạng xung động giúp tăng hiệu suất và cải thiện tính năng làm việc của máy ứng dụng trong việc khử trùng chuồng trại chăn nuôi lợn tại Việt Nam. Mô hình 3D của buồng đốt - ống phun của máy phun mù dạng xung động đã được thiết kế bằng phần mềm CATIA và phần mềm ANSYS FLUENT được sử dụng để phân tích mô phỏng. Các thông số tốc độ luồng khí tại tâm cửa ra ống phun, áp suất và nhiệt độ bên trong buồng đốt đã được phân tích dựa trên kết quả mô phỏng của 04 mẫu thử, sau đó tiến hành nghiên cứu thực nghiệm với 02 mô hình thực tế để kiểm chứng kết quả mô phỏng. Kết quả mô phỏng cho thấy các thông số trên đều phụ thuộc vào kích thước chiều dài của buồng đốt - ống phun và sau khi thực nghiệm đã lựa chọn được mẫu buồng đốt hợp lý cho máy phun mù dạng xung động nhằm cải thiện tính năng làm việc của máy.

Từ khóa: chăn nuôi lợn, dịch bệnh, khử trùng, máy phun mù, phân tích mô phỏng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chăn nuôi càng phát triển đồng nghĩa với số đầu gia súc, mật độ chăn nuôi, số vòng quay tăng lên, mầm bệnh tồn tại trong chuồng trại là điều không thể tránh khỏi. Tại Việt Nam, theo báo cáo của Cục Thú y (Bộ NN&PTNT) cho biết trong năm 2019 bệnh dịch tả heo châu Phi (African Swine Fever, AFS) xảy ra tại 8.537 xã thuộc 667 huyện của 63 tỉnh, thành phố với tổng số heo tiêu hủy gần 6 triệu con; tổng trọng lượng trên 340.000 tấn. Trong 5 tháng đầu năm 2020, bệnh AFS phát sinh thêm tại 47 xã bao gồm 25 xã mới có dịch và 22 xã tái phát dịch; tổng số lợn phải tiêu hủy là 27.662 con [1, 2]. Tuy nhiên, biện pháp xử lý đối với lợn chết do dịch bệnh ở nước ta hiện nay chủ yếu là thu gom và tiêu hủy bằng cách chôn lấp thủ công, và việc xử lý chuồng trại sau dịch bệnh chủ yếu là vệ sinh rửa chuồng, rắc vôi bột, phun thuốc khử trùng, mà chưa có biện pháp hữu hiệu có khả năng xử lý triệt để mầm bệnh tồn tại trong chuồng trại, dẫn đến nguy cơ tái phát dịch bệnh là rất cao. Do đó lựa chọn được phương pháp và thiết bị khử trùng có tác dụng rất lớn trong việc phòng ngừa bệnh dịch.

Máy phun mù (dạng khói) là loại thiết bị tạo ra mù khói mang thuốc khử trùng có thể luân lách và dính bám vào bất kỳ các khe hở, bề mặt

nào trong chuồng trại chăn nuôi để tìm và tiêu diệt mầm bệnh. Trên thế giới, nghiên cứu về máy phun mù ứng dụng trong khử trùng đã có một số công trình được công bố. Seizoh Nakata và cộng sự (2001) đã phát triển một thiết bị khử trùng phun mù tự động cho các phòng mổ. Kết quả thử nghiệm cho thấy, thiết bị khử trùng tự động này cho phép khử trùng an toàn và hiệu quả, đồng thời phù hợp để khử trùng phòng bệnh nhân và phòng mổ [3]. Jay Krishnan và cộng sự (2012) đã nghiên cứu xác định khả năng khử khuẩn cho phòng thí nghiệm và khả năng xử lý nấm mốc của hệ thống phun sương mù sử dụng Axit peracetic lỏng [4]. Gần đây, Priyam Pal và cộng sự (2020) đã giới thiệu một loại máy phun mù từ chất lỏng khử trùng được tạo ra dưới áp suất cao thông qua một ống đồng nhỏ được làm nóng có hiệu quả trong đợt đại dịch COVID-19 [5]. Sebastian Buhl và cộng sự (2021) đã kiểm tra khả năng khử trùng của công nghệ phun mù khô với chất khử trùng Defeat AR về khả năng khử nhiễm vi sinh và các tác động gây hại tiềm ẩn trên các thiết bị khác nhau [6].

Một số nghiên cứu khác chỉ ra rằng, kích thước kết cấu của buồng đốt là nhân tố ảnh hưởng chủ yếu đến sự biến đổi của áp suất, nhiệt độ bên trong buồng đốt và tốc độ luồng khí ở cửa ra của ống phun [7, 8]. Khi máy phun mù

hoạt động ổn định ở trạng thái bình thường, giá trị của áp suất bên trong buồng đốt thay đổi mang tính chu kỳ theo thời gian, mà giá trị áp suất chính là yếu tố quyết định việc máy phun mù có thể hoạt động được bình thường hay không [9]. Mặt khác, nếu tốc độ luồng khí không đạt đến tốc độ yêu cầu, thì khó có thể xé toạc các giọt dung dịch thuốc thành các hạt sương mù thuốc, ảnh hưởng rất lớn đến tính năng làm việc của máy phun mù. Nhiệt độ là điều kiện cần thiết để các hạt sương mù thuốc có thể bốc hơi tạo thành mù khói – sản phẩm chính của máy phun mù dạng xung động [10].

Tại Việt Nam, Nguyễn Văn Tựu (2013) bằng nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm đã đề xuất được thông số hợp lý cho vòi phun của máy phun thuốc trừ sâu dạng sương mù ứng dụng trong phòng trừ sâu bệnh hại cây rừng [11]. Hồ Quang Hà và cộng sự (2022) đã nghiên cứu đánh giá hiệu quả diệt muỗi Aedes của hai phương pháp khi sử dụng thiết bị phun mù nóng Swingfog với dung môi là dầu diesel và phun thể tích hạt cực nhỏ sử dụng máy phun Fontan với dung môi là nước [12]. Mặc dù công nghệ và thiết bị phun mù đã và đang được sử dụng ở một số lĩnh vực, tuy nhiên các công trình nghiên cứu chuyên sâu về thiết bị phun mù nói chung và ứng dụng trong khử trùng chuồng trại chăn nuôi lợn thì gần như không có. Do đó, bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu xác định kết cấu hợp lý cho buồng đốt của máy phun mù dạng xung động nhằm nâng hiệu quả của máy ứng dụng trong việc khử trùng chuồng trại chăn

nuôi lợn tại Việt Nam. Kết quả này là một trong số những nhiệm vụ chính thuộc Đề tài độc lập cấp Quốc gia “Nghiên cứu công nghệ, thiết kế chế tạo hệ thống thiết bị chuyên dùng thu gom, tiêu hủy xác gia súc, gia cầm bị dịch bệnh”, mã số: ĐTĐL.CN-01/21.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

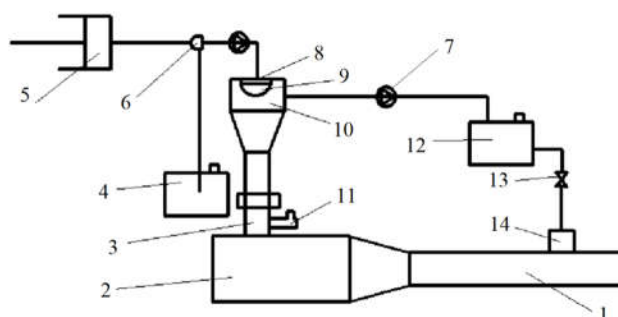
- Phương pháp kế thừa tài liệu: Tra cứu, tổng hợp và phân tích các số liệu thống kê có liên quan đến nội dung nghiên cứu; Kế thừa các kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước có liên quan dùng làm cơ sở lý luận và thực tiễn cho việc triển khai các nội dung nghiên cứu.

- Phương pháp nghiên cứu mô phỏng và thực nghiệm: Tiến hành mô phỏng xác định thông số kết cấu của buồng đốt máy phun mù bằng ANSYS FLUENT; Thực nghiệm kiểm chứng, so sánh kết quả mô phỏng với kết quả khảo nghiệm về áp suất, nhiệt độ buồng đốt, tốc độ luồng không khí tại tâm cửa ra của ống phun của máy phun mù ứng dụng trong khử trùng chuồng trại chăn nuôi lợn.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết cấu chung của máy phun mù dạng xung động

Máy phun mù dạng xung động hoạt động chủ yếu thông qua việc đốt cháy cưỡng bức nhiên liệu trong buồng đốt từ đó tạo ra luồng khí xung động với áp suất cao. Luồng khí xung động áp suất cao này tự động đẩy ra ngoài máy qua miệng ống phun của máy. Sơ đồ kết cấu chung của máy phun mù dạng xung động như thể hiện trên Hình 1 [10].



Hình 1. Sơ đồ kết cấu máy phun mù dạng xung động

(1- Ống phun; 2- Buồng đốt; 3- Họng khuếch tán; 4- Bình xăng; 5- Ống bơm không khí hoặc bơm pit tông tăng áp; 6- Van tăng áp một chiều; 7- Van ba cửa; 8- Van nạp một chiều; 9- Bộ chế hòa khí; 10- Buồng nạp không khí; 11- Buggy; 12- Bình thuốc (chứa hóa chất khử trùng); 13- Khóa bình thuốc; 14- Vòi phun.)

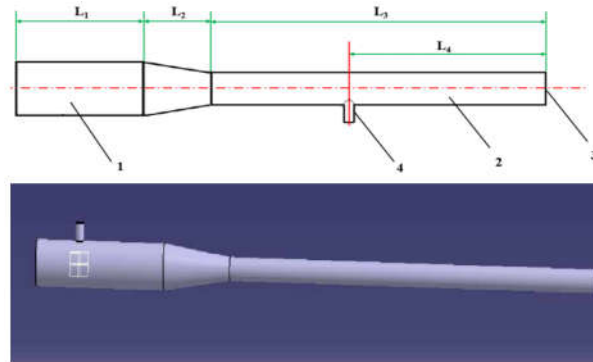
Trên đường ống nối từ bộ chế hòa khí đến bình thuốc số 12 có lắp một van số 7, để khi áp suất trong bộ chế hòa khí tăng lên, thì luồng không khí có áp này sẽ qua van số 7 đi vào bình thuốc, áp suất trong bình thuốc lúc này tăng lên. Dưới tác dụng của áp suất cao, dung dịch hóa chất khử trùng trong bình 12 được đẩy lên đường ống dẫn thuốc nối với ống phun. Lúc này mở khóa số 13, dung dịch thuốc sẽ tiến đến miệng vòi phun rồi phun tơi vào bên trong ống phun. Tại đây dung dịch thuốc gặp luồng khí thải nóng có nhiệt độ và tốc độ sẽ bị xé tơi và

bốc hơi tạo thành mù khói, rồi phun ra bên ngoài, sau đó khuếch tán vào trong không khí, bám dính và bao phủ các bề mặt và không gian cần khử trùng.

3.2. Kết quả nghiên cứu mô phỏng

3.2.1. Mô hình buồng đốt của máy phun mù dạng xung động

Nghiên cứu sử dụng phần mềm CATIA để thiết kế mô hình 3D của buồng đốt - ống phun của máy phun mù dạng xung động được thể hiện trên Hình 2.



Hình 2. Mô hình 3D và kích thước kết cấu của buồng đốt - ống phun

L1- Chiều dài đoạn hình trụ của buồng đốt; L2- Chiều dài đoạn côn; L3- Chiều dài ống phun; L4- Khoảng cách từ miệng ống phun đến vị trí lắp vòi phun thuốc.

Trong nghiên cứu này, chỉ lựa chọn mô phỏng tốc độ luồng khí tại tâm cửa ra ống phun, áp suất bên trong buồng đốt - ống phun của máy phun mù và nhiệt độ bên trong buồng đốt bằng phần mềm ANSYS FLUENT [13], sau đó thông qua thực nghiệm tiến hành kiểm chứng kết quả mô phỏng.

3.2.2. Thiết lập mô hình toán học của buồng đốt - ống phun của máy phun mù

Giải phương trình bảo toàn động lượng và phương trình bảo toàn khối lượng là giải quyết vấn đề dòng chảy của lưu chất, nhưng đối với vấn đề luồng không khí lưu động với áp suất và nhiệt độ cao (truyền động năng và nhiệt năng), thì còn cần phải tính toán dựa trên phương trình bảo toàn năng lượng.

a) Phương trình cơ bản

(1) Phương trình bảo toàn khối lượng hay còn gọi là phương trình liên tục:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = S_m \quad (1)$$

Đây là dạng tổng quát của phương trình bảo toàn khối lượng, thích hợp cho các lưu chất nén được và không nén được. S_m là khối lượng được thêm vào từ pha thứ cấp phân tán sang pha liên tục (ví dụ, do sự bay hơi của các giọt dung dịch).

(2) Phương trình bảo toàn động lượng theo phương i trong hệ tọa độ quán tính (không gia tốc):

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \mu_i) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \mu_i \mu_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho g_i + F_i \quad (2)$$

Trong đó: p - Áp suất tĩnh;
 ρg_i - Lực khối lượng;

F_i - Lực bề mặt;
 τ_{ij} - Tenxơ ứng suất.

(3) Phương trình năng lượng:

giải bởi FLUENT như sau:

Dạng của phương trình năng lượng được

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \frac{\partial}{\partial x_i}(u_i(\rho E + p)) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(k_{eff} \frac{\partial T}{\partial x_i} - \sum_{j'} h_{j'} J_{j'} + u_j (\tau_{ij})_{eff} \right) + S_h \quad (3)$$

Trong đó:

k_{eff} - Hệ số truyền nhiệt có ích. $k_{eff} = k + k_t$,

với k_t là hệ số truyền nhiệt của dòng chảy rối, được định nghĩa theo mô hình dòng chảy rối được áp dụng;

$J_{j'}$ - Lưu lượng khuếch tán của thành phần j' ;

S_h - Nguồn nhiệt thể tích hay chính là nhiệt lượng của phản ứng hóa học;

E- Nội năng.

(4) Dạng thức của phương trình vận chuyển như sau:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i h) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(k \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) + \dot{q}^m \quad (4)$$

Trong đó:

ρ - Mật độ của chất được vận chuyển;

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\sigma k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \varepsilon - Y_M + S_k \quad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \varepsilon) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \varepsilon u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} (G_k + C_{3\varepsilon} G_b) - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} + S_\varepsilon \quad (6)$$

Trong đó:

k - Động năng dòng chảy rối trên một đơn vị khối lượng (TKE);

ε - Tốc độ tiêu tán của TKE;

G_k biểu thị sự thay đổi của động năng dòng chảy rối gây ra bởi vận tốc trung bình;

μ_t - Độ nhớt xoáy hay còn gọi là độ nhớt rối;

h- Entanpy của chất được vận chuyển;

k- Hệ số truyền dẫn của chất được vận chuyển;

T- Nhiệt độ của chất được vận chuyển;

q^m - Nguồn nhiệt thể tích.

b) Lựa chọn mô hình chảy rối

Có hai dạng dòng chảy chính của lưu chất trong tự nhiên, đó là dòng chảy tầng và dòng chảy rối. Nghiên cứu lựa chọn sử dụng mô hình chảy rối k- ε tiêu chuẩn để thực hiện các nội dung mô phỏng liên quan đến dòng chảy của luồng khí trong buồng đốt - ống phun của máy phun mù kiểu xung động.

Phương trình động năng dòng chảy rối k và phương trình hao tán ε của mô hình k- ε tiêu chuẩn như sau:

G_b - Động năng dòng chảy rối sinh ra do lực nổi;

Y_M - Là sóng dao động sinh ra do sự khuếch tán quá độ trong dòng chảy rối của lưu chất có thể nén được.

$C_{3\varepsilon}$ là một hệ số phụ thuộc vào tốc độ của vận tốc lưu chất trong mô hình, được tính bằng tang hyperbolic của u/v :

$$C_{3\varepsilon} = \tanh \left| \frac{v}{u} \right|; C_{1\varepsilon} = 1.44; C_{2\varepsilon} = 1.92; C_\mu = 0.09; \sigma_k = 1.0; \sigma_\varepsilon = 1.3$$

S_k, S_ε lần lượt là các hàm người dùng định nghĩa cho nguồn tạo động năng dòng chảy rối và tốc độ hao tán động năng dòng chảy rối tương ứng.

c) Xử lý mô hình vận chuyển thành phần (Mô hình Species Transport)

FLUENT có thể thông qua giải phương trình cân bằng về đối lưu, khuếch tán và nguồn phản ứng của mỗi loại tổ hợp vật chất để mô phỏng

sự hòa trộn và vận chuyển.

(1) Phương trình vận chuyển vật chất:

Khi lựa chọn giải phương trình bảo toàn của các chất hóa học, FLUENT dự đoán phân số khối lượng Y_i của mỗi loại vật chất thông qua phương trình khuếch tán đối lưu của vật chất của vật chất thứ i. Dạng thức của phương trình bảo toàn như sau:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho Y_i) + \nabla \cdot (\rho \bar{v} Y_i) = -\nabla \cdot \bar{J}_i + R_i + S_i \quad (7)$$

Trong đó:

\bar{J}_j - Thông lượng khuếch tán;

R_i - Trị số tốc độ của lưu chất i sinh ra chỉ do phản ứng hóa học;

S_i - Trị số tốc độ của lưu chất i sinh ra thêm do các yếu tố khác ngoài phản ứng hóa học ở giai đoạn phân tán.

(2) Thông lượng khuếch tán trong dòng chảy rối:

Khi tính toán mô hình dòng chảy rối, FLUENT sử dụng công thức sau để tính toán thông lượng khuếch tán:

$$\bar{J}_j = -\left(\rho D_{i,m} + \frac{\mu_t}{Sc_t}\right) \nabla Y_i \quad (8)$$

Trong đó: Sc_t - Số rối Schmidt ($\frac{\mu_t}{\rho D_t}$). Với

μ_t là độ nhớt rối và D_t là hệ số khuếch tán rối.

d) **Thiết lập các điều kiện biên mô phỏng**

Việc thiết lập các điều kiện biên chủ yếu là

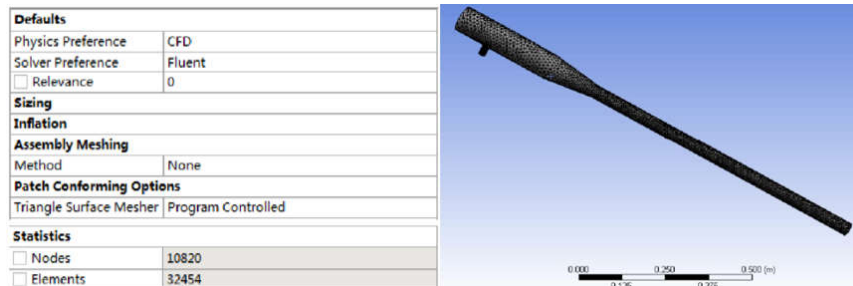
thiết lập các thông số đầu vào và thông số đầu ra.

- Thông số đầu vào: Bao gồm các thông số của nhiên liệu xăng $C_5H_{12} = 1$, các thành phần $O_2 = 0,21$, $N_2 = 0,79$; khối lượng riêng của xăng 713 kg/m^3 , nhiệt độ của xăng lấy là $303\text{K} \approx 30^\circ\text{C}$. Ngoài ra, còn cần thiết lập thêm các thông số khác như lưu lượng xăng phun vào bên trong buồng đốt, tần số đánh lửa... Thông số hình học của 04 mẫu buồng đốt - ống phun mô phỏng được thể hiện ở Bảng 1.

- Thông số đầu ra: Bao gồm áp suất, nhiệt độ bên trong buồng đốt - ống phun (đọc theo chiều dài của buồng đốt ống phun); tốc độ luồng khí tại tâm ống phun.

e) **Chia lưới**

Tiến hành nhập mô hình 3D của buồng đốt - ống phun của máy phun mù dạng xung động vào trong phần mềm, chỉnh sửa cần thiết đối với mô hình 3D vừa nhập vào. Sau khi chia lưới mô hình của buồng đốt - ống phun được chia thành 10.820 nút và 32.545 phần tử (Hình 3).



Hình 3. Kết quả chia lưới cho mô hình

3.2.4. Kết quả mô phỏng

Tiến hành mô phỏng với 04 mẫu (ký hiệu lần lượt là A, B, C, D) buồng đốt - ống phun khác

n nhau về kích thước, đường kính trong đoạn trụ của buồng đốt là 60 mm, đường kính trong của ống phun là 32 mm (Bảng 1).

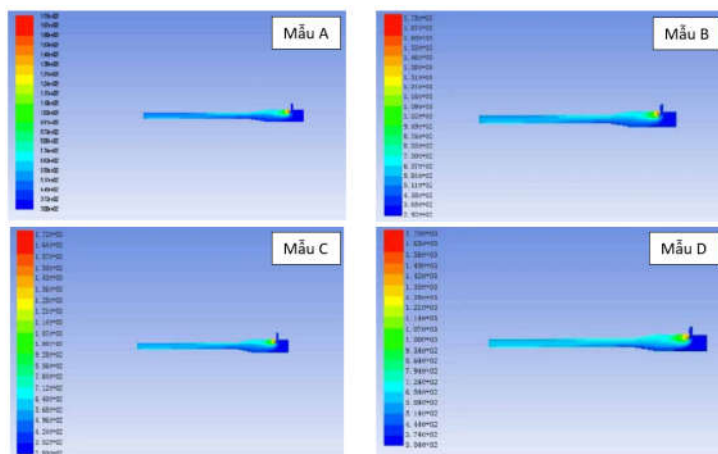
Bảng 1. Kích thước của các mẫu buồng đốt - ống phun mô phỏng

Mẫu thử	Các kích thước			
	L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	L ₃ (mm)	L ₄ (mm)
A	140	80	960	300
B	130	80	860	300
C	120	80	760	300
D	110	80	660	300

(1) **Kết quả mô phỏng về nhiệt độ:**

Hình 4 là biểu đồ phân bố của trường nhiệt

độ ổn định trong động cơ.

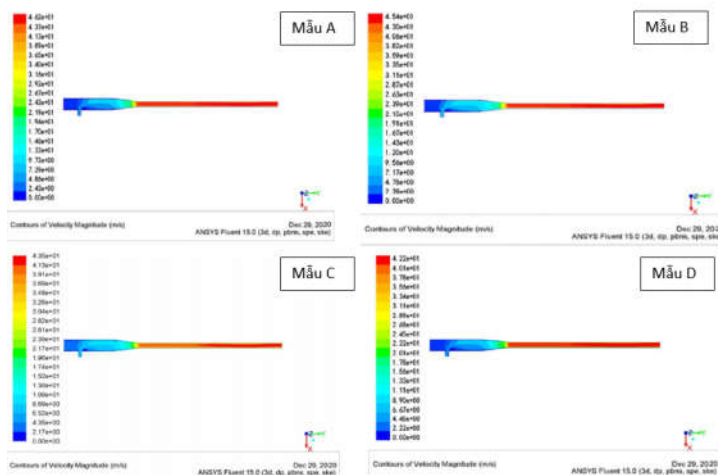


Hình 4. Sự biến đổi nhiệt độ của mẫu A, B, C D

Từ biểu đồ phân bố của trường nhiệt độ có thể thấy rằng, vùng không gian buồng đốt phía trước cửa nạp là không có sự cháy hoàn toàn, do nhiên liệu và không khí liên tục được cấp vào trong quá trình mô phỏng, dẫn đến vùng không gian này đóng vai là vùng không gian để nhiên liệu và không khí hòa trộn đều. Quá trình đốt cháy thực sự bắt đầu ở giữa buồng đốt, đoạn không gian bắt đầu từ cửa nạp đến hết đoạn hình trụ của buồng đốt là khoảng không gian mà hỗn hợp hòa khí cháy mãnh liệt nhất. Có thể thấy

hiệu quả của quá trình hòa trộn nhiên liệu và không khí. Nhiệt độ bên trong buồng đốt có thể lên đến hàng ngàn độ C, sau đó nhiệt độ giảm dần theo chiều dài của ống phun. Nhiệt độ bên trong buồng đốt - ống phun của các mẫu thử mô phỏng A, B, C và D khác nhau về kích thước có sự khác nhau nhất định, tuy nhiên không lớn. Như vậy có thể thấy, chiều dài ống phun có ảnh hưởng nhất định đến tính năng làm việc của máy phun mù kiểu xung động.

(2) Kết quả mô phỏng về tốc độ luồng khí tại tâm ống phun:

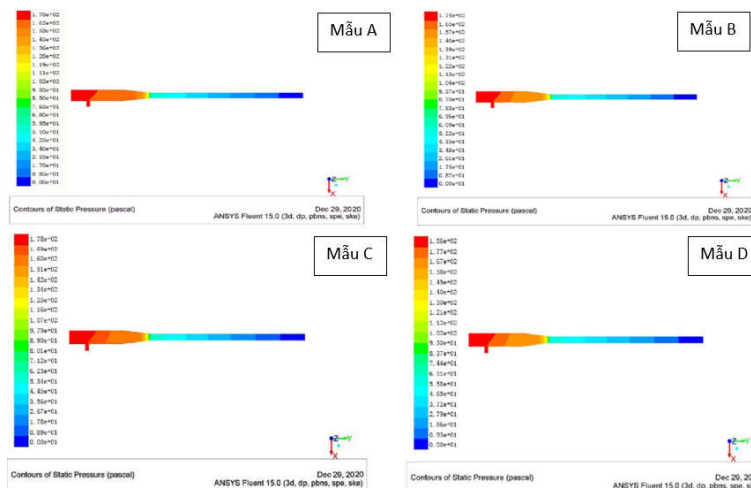


Hình 5. Sự biến đổi tốc độ luồng khí tại tâm ống phun của mẫu A, B, C, D

Từ kết quả mô phỏng (Hình 5), có thể thấy tốc độ luồng không khí bên trong ống phun dao động từ 40÷60 m/s. Vận tốc không khí tại tâm của ống phun là 45 m/s, và tốc độ tăng dần về phía cửa ra của ống phun. Bằng cách so sánh sự thay đổi tốc độ luồng khí bên trong ống phun của các mẫu thử mô phỏng A, B, C, D, có thể thấy rằng chiều dài ống phun càng lớn thì vận

tốc luồng khí tại tâm cửa ra của nó càng giảm, điều này là do ống phun càng dài thì lực cản không khí càng tăng lên, từ đó làm cho tốc độ giảm xuống. Điều đó cũng chứng tỏ rằng chiều dài của ống phun có ảnh hưởng nhất định đến hiệu suất làm việc của máy phun mù dạng xung động.

(3) Kết quả mô phỏng về áp suất:



Hình 6. Sự biến đổi của áp suất bên trong buồng đốt - ống phun của mẫu A, B, C, D

Từ kết quả mô phỏng sự thay đổi áp suất bên trong buồng đốt - ống phun của 04 mẫu thử A, B, C và D (Hình 6) cho thấy: Áp suất bên trong các mẫu thử đều có sự thay đổi theo quy luật giảm dần từ phía đầu buồng đốt đến cuối ống phun; Giá trị đỉnh của áp suất ở các mẫu thử khác nhau có sự khác nhau nhất định, điều đó chứng tỏ kích thước của buồng đốt - ống phun có ảnh hưởng nhất định đến sự thay đổi áp suất bên trong buồng đốt. Quan sát trường áp suất trên các biểu đồ trong Hình 6 cho thấy, kích thước ống phun càng dài, giá trị đỉnh áp suất bên trong ống phun càng thấp.

Tóm lại, từ kết quả mô phỏng về nhiệt độ, áp suất bên trong buồng đốt - ống phun và tốc độ luồng khí tại cửa ra của ống phun cho thấy các yếu tố này đều phụ thuộc vào kích thước chiều dài của buồng đốt - ống phun. Các mẫu thử B và C là 2 mẫu thử cho kết quả tương đối khả quan về tính năng làm việc của máy, tức là đảm bảo nhiệt độ tại vị trí lắp vòi phun thuốc là không quá cao (tránh ảnh hưởng đến tác dụng của thuốc), áp suất bên trong buồng đốt - ống phun và tốc độ của luồng khí tại cửa ra ống phun phù hợp cho điều kiện mù hóa dung dịch thuốc. Do vậy, chế tạo 2 mẫu buồng đốt - ống phun theo kích thước của mẫu thử B và C để tiến hành thực nghiệm kiểm chứng.

3.3. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm

3.3.1. Vật liệu thí nghiệm

Về vật liệu thí nghiệm, ngoài việc chuẩn bị các thiết bị đo nhiệt độ, áp suất, tốc độ luồng khí tại cửa ra của ống phun thì còn có hai mẫu buồng đốt - ống phun được chế tạo theo kích thước của mẫu thử B và C.

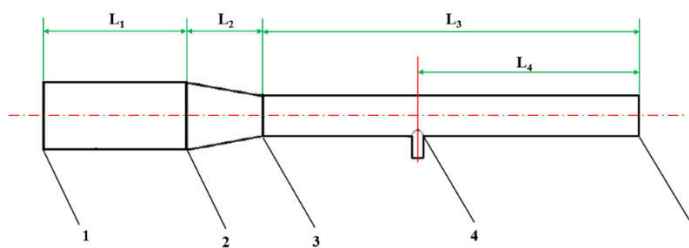
3.3.2. Phương pháp thí nghiệm

Theo kết quả mô phỏng, nhiệt độ bên trong buồng đốt - ống phun, đặc biệt là tại vùng không gian giữa buồng đốt có nhiệt độ lên đến trên 1000°C, cho nên để đảm bảo sự an toàn cho thiết bị đo (vì giới hạn thang đo của đầu đo nhiệt độ hiện có là 0÷1300°C) cho nên chỉ tiến hành đo nhiệt độ tại bề mặt ngoài của buồng đốt - ống phun. Về áp suất và tốc độ chỉ tiến hành đo áp suất và tốc độ tại tâm cửa ra của ống phun (do giới hạn của thiết bị đo áp suất hiện có là chiều dài đoạn ống pitot kiểu L là 60 x 500 mm).

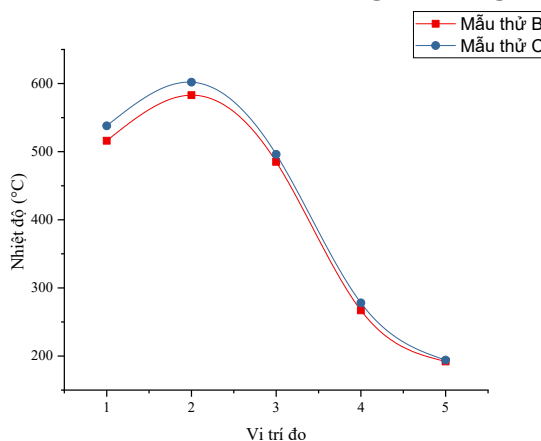
3.3.3. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm và phân tích

a) Kết quả đo nhiệt độ buồng đốt - ống phun

Để xác định sự phân bố nhiệt độ dọc theo hướng trục của buồng đốt - ống phun, đồng thời nghiên cứu sự ảnh hưởng sự thay đổi của thể tích buồng đốt (kích thước của buồng đốt - ống phun) đến nhiệt lượng tỏa ra, tiến hành đo nhiệt độ ở bề mặt ngoài của buồng đốt - ống phun bằng đầu đo nhiệt độ tại các vị trí đã định như thể hiện trên Hình 7. Mỗi vị trí đo 3 lần, sau đó lấy giá trị trung bình.



Hình 7. Sơ đồ các vị trí đo nhiệt độ bề mặt ngoài buồng đốt - ống phun



Hình 8. Phân bố nhiệt độ bề mặt ngoài buồng đốt - ống phun

Kết quả thí nghiệm cho thấy, nhiệt độ của mẫu thử bề mặt ngoài của buồng đốt - ống phun tại các vị trí đo có sự khác biệt rõ rệt (Hình 8). Nhiệt độ cao nhất là tại vị trí 2, nhiệt độ thấp nhất là tại vị trí 5. Điều này cũng phù hợp với xu hướng giảm nhiệt độ bên trong buồng đốt - ống phun dọc theo chiều dài của ống phun như kết quả mô phỏng ở mục 3.2.4. Mặt khác, với 2 mẫu thử B và C thì mẫu thử C cho nhiệt độ tại các vị trí đo cao hơn của mẫu thử B. Điều này chứng tỏ lượng nhiệt giải phóng ra của mẫu thử

C tốt hơn của mẫu thử B.

b) Kết quả đo áp suất

Với hai mẫu thử nêu trên, do giới hạn của đầu rò ống pitot của thiết bị đo áp suất hiện có chỉ dài 50 mm, cho nên tiến hành đo áp suất tại tâm cửa ra của ống phun (trong ống phun, đoạn cách cửa ra của ống phun một khoảng 50 mm). Mỗi mẫu buồng đốt - ống phun tiến hành đo 3 lần giá trị áp suất, sau đó lấy giá trị trung bình. Kết quả đo áp suất như thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả đo áp suất

Mẫu thử	Lần đo	Lần 1 (kPa)	Lần 2 (kPa)	Lần 3 (kPa)	Trung bình (kPa)
	B		17,55	17,67	17,82
C		18,31	18,44	18,46	18,40

Từ kết quả ở Bảng 2 có thể thấy mẫu thử C cho kết quả áp suất tại cửa ra cao hơn của mẫu thử B. Điều này chứng tỏ tính năng động lực học của mẫu thử C tốt hơn của mẫu thử B.

c) Kết quả đo tốc độ luồng khí tại tâm cửa ra của ống phun

Tương tự như đo áp suất, sau khi khởi động

máy thì đợi một thời gian cho máy hoạt động ổn định rồi mới tiến hành đo và ghi chép số liệu về tốc độ luồng khí tại tâm cửa ra của ống phun. Mỗi mẫu thử nghiệm tiến hành đo lặp lại 3 lần, rồi lấy giá trị trung bình. Kết quả đo được tổng hợp ở Bảng 3.

Bảng 3. Tốc độ luồng khí tại tâm cửa ra của ống phun

Mẫu thử	Lần đo	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình
		(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
B		45,3	44,7	46,2	45,4
C		48,4	49,6	49,5	49,5

Từ kết quả trên ta thấy, tốc độ trung bình của luồng khí tại tâm cửa ra của ống phun của mẫu thử B nhỏ hơn của mẫu thử C. Điều này là do chiều dài ống phun của mẫu B lớn hơn chiều dài ống phun của mẫu C. Như vậy, có thể thấy chiều dài của ống phun càng lớn, sức cản không khí trong ống càng tăng, dẫn đến tốc độ luồng khí tại tâm cửa ra của ống phun giảm xuống, kết quả này cũng phù hợp với kết quả mô phỏng. Điều này một lần nữa khẳng định kích thước của ống phun cũng có ảnh hưởng nhất định đến tính năng làm việc của máy phun mù dạng xung động.

Từ kết quả nghiên cứu mô phỏng và thực nghiệm cho thấy, trong 04 mẫu mô phỏng và 02 mẫu thử nghiệm thực tế, thì mẫu C của buồng đốt - ống phun (động cơ) là có tính năng ưu việt hơn cả. Do đó có thể lựa chọn mẫu C làm mẫu buồng đốt hợp lý cho máy phun mù dạng xung động nhằm cải thiện tính năng làm việc của máy.

4. KẾT LUẬN

Máy phun mù kiểu xung động có khả năng ứng dụng cao trong khử trùng chuồng trại chăn nuôi lợn nhằm nâng cao hiệu suất khử trùng chuồng trại và tiết kiệm thuốc khử trùng. Trong bài báo này, buồng đốt của máy phun mù dạng xung động ứng dụng trong khử trùng chuồng trại chăn nuôi lợn đã được nghiên cứu để lựa chọn kết cấu hợp lý. Thông qua nghiên cứu mô phỏng và thực nghiệm, đã xác định được mẫu C là mẫu buồng đốt hợp lý cho máy phun mù dạng xung động học với các thông số kết cấu như sau: $L_1 = 120 \text{ mm}$, $L_2 = 80 \text{ mm}$, $L_3 = 760 \text{ mm}$, $L_4 = 300 \text{ mm}$, đường kính trong đoạn hình trụ của buồng đốt là 60 mm và đường kính trong của ống phun là 32 mm.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đề tài độc lập cấp Quốc gia, mã số: ĐTĐL.CN-01/21.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Văn Phơ, Phạm Văn Hùng, Nguyễn Thị Thu Huyền, Ninh Xuân Trung, Nguyễn Thị Tuyết, Trần Thanh Hà, Vũ Thị Khánh Toàn & Tạ Thị Thùy (2021).

Thực trạng chăn nuôi lợn trong bối cảnh dịch bệnh ở huyện Yên Phong, tỉnh Bắc Ninh. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam. 19(8): 1104-1115.

[2]. Hà Hoàng Anh (2021). Đánh giá tác động của dịch tả heo Châu Phi lên lợi nhuận của người nuôi heo tại huyện Thống Nhất, tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học Yersin. 9(8): 12-21.

[3]. Seizoh Nakata, Takuya Ikeda, Hiroshi Nakatani, Masako Sakamoto, Minoru Higashidutsumi, Takeshi Honda, Akira Kawayoshi & Yoshiji Iwamura (2001). Evaluation of an automatic fogging disinfection unit. Environmental health and preventive medicine. 6(3): 160-164.

[4]. Jay Krishnan, Greg Fey, Carol Stansfield, Laura Landry, Hung Nguy, Stan Klassen & Catherine Robertson (2012). Evaluation of a dry fogging system for laboratory decontamination. Applied Biosafety. 17(3): 132-141.

[5]. Priyam Pal, Tanya Gupta & Anshu Jha (2020). Fog Disinfectors. International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT). 8(10): 3737-3743.

[6]. Sebastian Buhl, Alexander Stich & Clemens Bulitta (2021). Dry-fog disinfection as an alternative method for room decontamination. Current Directions in Biomedical Engineering. 7(2): 427-429.

[7]. Haitao Shen (2009). The numerical simulation and experimental research of pulse jet engine. Nanjing Forestry University.

[8]. Xu Linyun, Zhou Hongping (2001). Study on Frequency of the Pulse Combustor of a Fogger. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery. 32(04): 45-47.

[9]. Cheng Xianchen (1998). Design and Investigation of Pulse Combustors. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics. 24(02): 121-124.

[10]. Hou Xiumei, Xu Linyun (2015). The Development of a New Pulsed Smoke and Water Fog Machine. Journal of Agricultural Mechanization Research. 37(01): 79-83+89.

[11]. Nguyễn Văn Tựu (2013). Lựa chọn thông số hợp lý cho vòi phun của máy phun thuốc trừ sâu dạng sương mù. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. (1): 73-77.

[12]. Hồ Quang Hà, Nguyễn Thành Đông, Bùi Thanh Phú, Trịnh Công Thức, Đinh Quang Nhựt, Viên Quang Mai, Đỗ Thái Hùng & Vũ Sinh Nam (2022). Hiệu quả phương pháp phun mù nóng và phun ULV trong xử lý ổ dịch sốt xuất huyết dengue tại thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa năm 2018–2019. Tạp chí Y học Dự phòng. 32(2 Phụ bản): 168-175.

[13]. John E Matsson (2022). An Introduction to ANSYS Fluent 2022. Sdc Publications.

DETERMINATION OF REASONABLE COMBUSTION CHAMBER STRUCTURE OF PULSE-JET FOGGER APPLIED IN THE DISINFECTION OF PIGSTY

Nguyen Van Tuu¹, Tran Cong Chi¹, Nguyen Xuan Nam², Hoang Son¹

¹Vietnam National University of Forestry

²Ninh Binh Mechanical Engineering College

ABSTRACT

This paper introduces the research results to determine the reasonable structure for the combustion chamber of the pulse-jet fogger to increase efficiency and improve the operating performance of the machine applied in disinfecting pigsties in Vietnam. The 3D model of the combustion chamber - nozzle was designed using CATIA software, used ANSYS FLUENT software was used for simulation analysis. The parameters of airflow velocity at the nozzle outlet center, pressure, and temperature inside the combustion chamber were analyzed based on the simulation results of 04 test models; then, experiments were carried out with 02 actual models to verify the simulation results. The simulation results show that the above parameters depend on the size of the combustion chamber - nozzle length. After the experiment, a reasonable combustion chamber-nozzle model was selected for the pulse-jet fogger to improve the operating performance of the machine.

Keywords: *disinfect, pandemic, pig farming, pulse-jet fogger, simulation analysis.*

Ngày nhận bài : 05/01/2023

Ngày phản biện : 08/02/2023

Ngày quyết định đăng : 27/02/2023