

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU BƯỚC ĐẦU MÔ PHỎNG, THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRỤC ĐẢO TRONG BUỒNG ẤP TRỨNG GIA CẦM

MODELING AND SIMULATION OF HEAT AND MOISTURE EXCHANGE PROCESS IN INCUBATOR AND CALCULATING SOME BASIC PARAMETERS OF POULTRY INCUBATOR

Nguyễn Huy Hoàng¹, Trần Đức Hùng¹,
Đặng Xuân Linh¹, Phạm Thị Minh Huệ^{2,*}

TÓM TẮT

Bài báo trình bày nghiên cứu quá trình trao đổi nhiệt, ẩm trong buồng ấp và tính toán, mô hình hóa, mô phỏng một số thông số cơ bản của bộ phận ấp trứng gia cầm bằng phương pháp giải tích và mô phỏng số. Khi tính toán thiết kế các chi tiết và máy nói chung cần lựa chọn một số thông số và đặt tải trọng tác động lên cơ cấu, sử dụng phương pháp giải tích, xây dựng mô hình, mô phỏng để kiểm nghiệm khả năng chịu tải của kết cấu bằng phần mềm Autodesk Inventor Professional 2018. Kết quả mô phỏng cho thấy vật liệu và độ dày của trục đảm bảo kết cấu làm việc ổn định, tiết kiệm và an toàn.

Từ khóa: Mô hình hóa; mô phỏng; tính toán bộ phận ấp; thiết kế.

ABSTRACT

This paper presents process of heat exchange, humidity in the incubator and calculation, modeling, simulation of some basic parameters of poultry incubation by analytical and numerical simulation methods. When calculating the design of components and the general machine, it is necessary to select a number of parameters and set the impact load on the structure, use analytical methods, model building, simulation to test the load-bearing capacity. of the structure with Autodesk Inventor Professional 2018 software. The simulation results show that the material and the thickness of the shaft ensure the structure works stable, economical and safe.

Keywords: Modeling; modeling; Simulation; calculate the hamlet section; design.

¹Lớp CK3 - K12, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: phamthiminhhue@hau.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mô hình hóa, mô phỏng quá trình trao đổi nhiệt, ẩm trong buồng ấp, tính toán một số thông số cơ bản của bộ phận ấp bằng các phần mềm hỗ trợ (Autodesk Inventor Professional 2018, Autodesk Autocad 2018...) giúp giảm chi phí làm mô hình thí nghiệm, nâng cao hiệu quả của sản xuất trong chế tạo.

Nghiên cứu tính toán thiết kế các bộ phận ấp cơ bản của hệ thống: vỏ, khung đỡ, khay đựng trứng, quạt đảo trộn gió, hệ thống cấp nhiệt ẩm, trục đảo; tính toán quá trình trao đổi nhiệt, ẩm trong buồng ấp từ đó đưa ra được mô hình toán học của quá trình trao đổi nhiệt ẩm trong vùng chứa trứng.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Tính toán lựa chọn, kiểm nghiệm bền cho các chi tiết

2.1.1. Lựa chọn vật liệu cho các chi tiết

Từ việc phân tích các tải trọng tác dụng lên chi tiết sau đó tiến hành lựa chọn các vật liệu:

+ Vật liệu để làm khay đựng trứng: gỗ.

+ Vật liệu để làm khung đỡ, trục và các chi tiết còn lại là thép C45.

Cơ tính của thép C45 theo các tiêu chuẩn như bảng 1 và 2.

Bảng 1. Thành phần hóa học của thép C45

Mác thép	C (%) min-max	Si (%) min-max	Mn (%) min-max	P (%) max	S (%) max	Cr (%) min-max
C45	0,42-0,50	0,15-0,35	0,50-0,80	0,025	0,025	0,20-0,40

Bảng 2. Cơ tính của thép C45

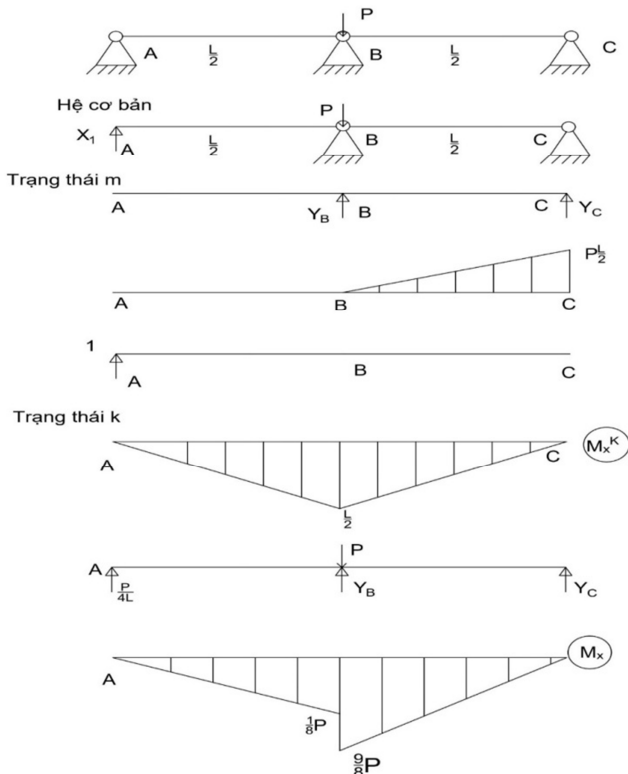
Mác thép	Tiêu chuẩn	Độ bền đứt σ_b (MPa)	Độ bền đứt σ_s (MPa)	Độ giãn dài tương đối δ (%)	Độ cứng HRC
C45	TCVN 1766-75	610	360	16	23

Lựa chọn vật liệu thép C45 theo TCVN 1766-75 để chế tạo các chi tiết trong máy ấp trứng gia cầm. Cơ tính của vật liệu chế tạo các chi tiết được sử dụng để tính toán, kiểm nghiệm độ bền trục như sau: thép C45 có giới hạn bền $\sigma_b = 610\text{MPa}$.

2.1.2. Tính momen uốn lớn nhất của trục và đường kính trục

Do trục chịu tải của các khung đỡ khay, khay trứng và truyền lực xuống các gối đỡ A, B, C. Quy bài toán về

dạng thanh siêu tĩnh và vị trí của lực tập trung đặt ở giữa trục tại gối đỡ B, lực tập trung $P = 11782,3N$. Tìm các phản lực tác dụng lên trục bằng phương trình chính tắc.



Hình 1. Biểu đồ momen các trục

Phương trình chính tắc: $\delta_{11} \cdot X_1 + \Delta 1p = 0$ (1)

Ta có: $\Delta 1p = -\frac{\Omega_1 F_1}{EI} = -\frac{P \cdot L^2}{48EL}$ (2)

$$\delta_{11} = \frac{\Omega_1 F_1 + \Omega_2 F_2}{EI} = \frac{L^3}{12EI}$$

Thay vào phương trình chính tắc ta được:

$$X_1 = \frac{P}{4L}$$

Từ biểu đồ ta có $M_{x_{max}} = 9/8p$ (N/cm)

Áp dụng công thức:

$$W_x \geq \sqrt[3]{\frac{Mx \max}{0,1 \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{13255,0875}{0,1 \cdot 610}} = 6,04(\text{cm})$$
 (3)

Vậy đường kính sơ bộ ngoài là 6,5cm.

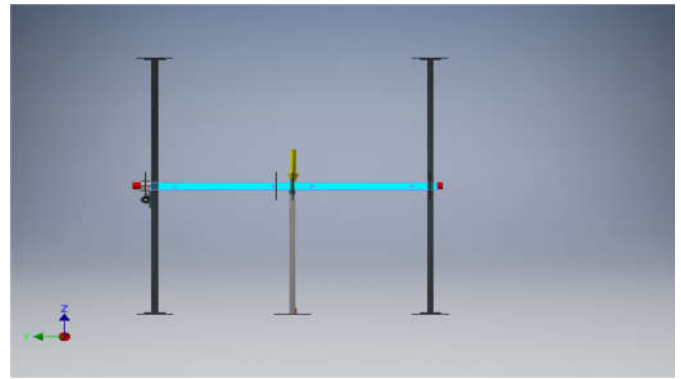
2.1.3. Mô phỏng số

Mô phỏng quá trình chịu lực của trục bằng phương pháp mô phỏng hệ thống trục đảo bằng phần mềm Autodesk Inventor Professional 2018 số với vật liệu được sử dụng thép C45, kiểu bài toán: bài toán siêu tĩnh hệ thanh.

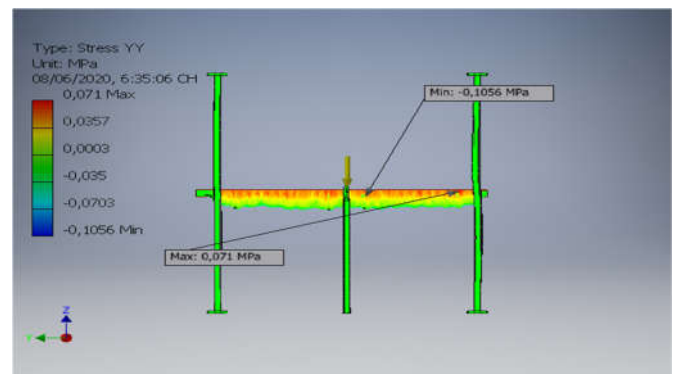
Mô hình trục chịu tải tập trung do tải trọng của khay trứng, trứng, bản thân trục, khung với tải trọng tập trung tổng cộng là $P = 11782,3N$; trục được đỡ bởi 3 gối đỡ cố định.

Kết quả kiểm nghiệm bền của trục được trình bày bởi hình 2, 3, 4 và 5.

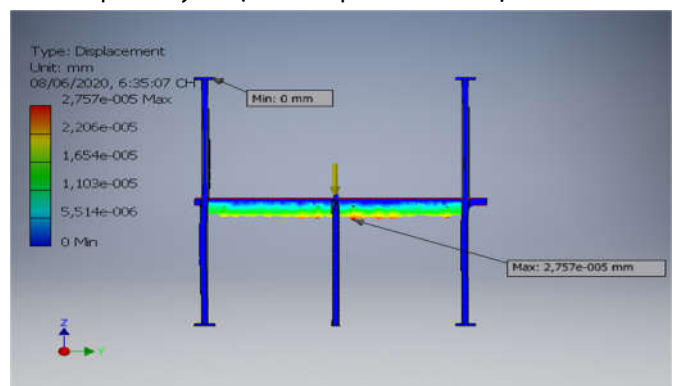
Kết quả ứng suất trên các phần tử của trục theo phương y như hình 3.



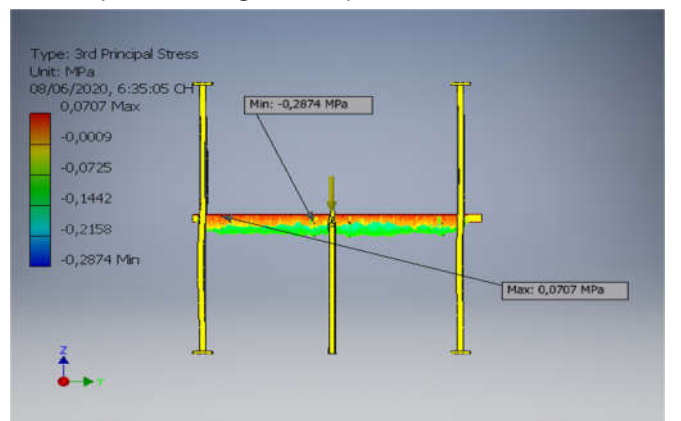
Hình 2. Mô hình trục và lực tác dụng



Hình 3. Kết quả ứng suất tương đương theo phương y
Kết quả chuyển vị của các phần tử của trục như hình 4.



Hình 4. Mô hình chuyển vị của trục
Kết quả biến dạng của các phần tử của trục như hình 5.



Hình 5. Mô hình biến dạng trục

Sử dụng cả hai phương pháp tính toán bằng giải tích và mô phỏng đều cho kết quả là trực làm việc ổn định và an toàn. Bằng việc sử dụng phương pháp giải tích, tính toán được hình dạng tiết diện trực hợp lý từ đó thiết kế mô hình 3D chi tiết và mô phỏng số để kiểm nghiệm lại, làm căn cứ cho việc tính toán xác định kích thước hợp lý về hình dạng kết cấu chi tiết trực.

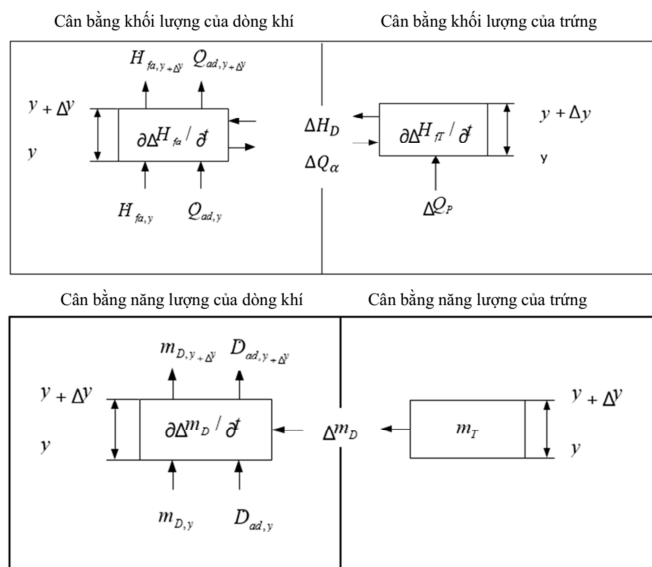
2.2 Mô hình hóa và mô phỏng quá trình trao đổi nhiệt ẩm trong buồng áp

Mô hình toán học mô tả quá trình trao đổi nhiệt ẩm trong vùng không gian chứa trứng được xây dựng cho một phân tố thể tích ΔV có diện tích bằng diện tích mặt cắt ngang của vùng chứa trứng A, chiều dày Δy tính theo chiều chuyển động của dòng khí tại tọa độ y tính từ đầu vào.

Gọi ψ là độ rỗng của vùng không gian phân tố thể tích, không gian do không khí chiếm chỗ là $\psi \cdot \Delta V$, trứng và giá đỡ chiếm thể tích $(1 - \psi) \Delta V$, vận tốc của dòng khí được xác định bởi:

$$\omega = \frac{\omega_0}{\psi} \tag{4}$$

Với ω_0 là tốc độ đầu vào. Quy ước dòng vật chất và nhiệt lượng đi vào phân tố thể tích mang dấu dương và đi ra mang dấu âm. Mô hình cân bằng khối lượng và năng lượng trong một phân tố thể tích được trình bày như hình 6.



Hình 6. Mô hình cân bằng khối lượng và năng lượng

Do nhiệt và ẩm khuếch tán đi qua đơn vị thể tích được xác định theo các hệ số truyền nhiệt và truyền ẩm khuếch tán không đổi theo chiều trục y :

$$Q = -\Lambda_{ad} \cdot A \cdot \frac{\partial T_a}{\partial y} \tag{5}$$

$$D_{ad} = -\Delta_{ad} \cdot \rho_{dra} \cdot A \cdot \frac{\partial Y}{\partial y} \tag{6}$$

Trong đó, Λ_{ad} và Δ_{ad} là các hệ số dẫn nhiệt và dẫn ẩm khuếch tán, ρ_{dra} là khối lượng riêng và Y_a là hàm lượng ẩm của dòng khí.

Đối với thành phần thay đổi, sử dụng phương pháp Taylor và bỏ qua các thành phần bậc cao ta có:

$$m_{D,y+\Delta y} - m_{D,y} = \frac{\partial m_D}{\partial y} \Delta y \tag{7}$$

$$D_{ad,y+\Delta y} - D_{ad,y} = \frac{\partial D_{ad}}{\partial y} \Delta y \tag{8}$$

$$H_{af,y+\Delta y} - H_{af,y} = \frac{\partial H_{af}}{\partial y} \Delta y \tag{9}$$

$$Q_{ad,y+\Delta y} - Q_{ad,y} = \frac{\partial Q_{ad}}{\partial y} \Delta y \tag{10}$$

Các biểu thức trên cho phép xác định được phương trình cân bằng khối lượng và năng lượng của dòng khí và trứng.

3. KẾT LUẬN

Trên cơ sở tính toán bằng phương pháp giải tích, từ kết quả kiểm nghiệm trực dùng phần mềm Autodesk Inventor Professional 2018 số đã đạt được những kết quả sau đây:

- Tính toán sơ bộ được đường kính trực.
- Sử dụng phương pháp mô phỏng số để kiểm nghiệm lại độ bền trực trên làm tăng thêm độ tin cậy của các kết quả tính toán.
- Các kết quả tính toán cho thấy trực đều thừa bền, phương pháp tính toán để lựa chọn ra các thông số hợp lý cho kết cấu trực.

Từ kết quả này, cho thấy có thể áp dụng phương pháp trên để kiểm nghiệm các chi tiết dạng trực, đảm của các thiết bị chịu tải khác dùng trong hệ thống trực đảo.

Mô hình hóa, mô phỏng quá trình trao đổi nhiệt ẩm trong buồng áp bằng mô hình toán học các phương trình khối lượng, phương trình dòng khí cân bằng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Bá Bảo, 1997. *Sổ tay thiết kế cơ khí*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. Nguyễn Văn Đường. *Nghiên cứu tổng hợp hệ thống điều khiển quá trình nhiệt ẩm trong máy ấp trứng gia cầm có sử dụng năng lượng mặt trời*. Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
- [3]. Phạm Thị Minh Huệ. *Nghiên cứu thiết kế hệ thống thiết bị sấy vải quả sử dụng năng lượng khí sinh học Biogas*. Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
- [4]. Trần Như Khuyên, 2005. *Nghiên cứu thiết kế chế tạo máy ấp trứng AT-45000*. Tạp chí Khoa học công nghệ, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, số 19, (tr.30-40).
- [5]. Ar. A. Paganelli, C.V. Reeves, Greenen D.G., Rahn H., 1974. *The avian egg: Water vapor conductance, shell thickness, and functional pore area*. The condor, pp 153-158.
- [6]. Peebles E.D., McDaniel C.D., 2004. *A practical manual for understanding the shell structure of broiler heatching eggs and measurements of their quality*. Buletin 1139, Mississippi State University