

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN ĐỘ MÒN CỦA VÍT ÉP TRONG MÁY ÉP MÙN CƯA

RESERCH ON EFFECT OF SOME TECHNOLOGY PARAMETER TO PRESSURE SCREW'S WEAR IN SAWDUST PRESS MACHINE

Đỗ Quang Hưng, TS. Nguyễn Tuấn Linh

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

TÓM TẮT

Trong dây chuyền sản xuất than không khói, máy ép làm nhiệm vụ tạo ra các thanh củi ép từ mùn cưa, vỏ chấu, dăm bào ... Vít ép là chi tiết quan trọng dùng trong máy ép mùn cưa dùng để vận chuyển và nén nguyên liệu trong buồng ép. Do ma sát với nguyên liệu ở nhiệt độ và áp suất cao sẽ làm chi tiết vít ép bị mòn rất nhanh (khoảng 50 đến 60 giờ làm việc sẽ phải thay vít ép). Do vậy, việc nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ mòn của vít ép sẽ giúp lựa chọn được bộ thông số công nghệ phù hợp để giảm mòn, tăng thời gian làm việc cho vít ép.

Từ khóa: Vít ép; Máy ép mùn cưa; Mòn; Nhiệt độ, Áp suất.

ABSTRACT

In the production line of smokeless coal, the sawdust press machine's task is pressing sawdust, rice husk, shavings ... to briquetting. Pressed screw plays an important role in pellet mill for conveying and compressing raw materials in the press chamber. Due to friction with materials at high temperatures and pressures, screw parts are worn very fast (screw press will be normally replaced from 50 to 60 working hours). Therefore, the study of the influence of technological specifications to screw erosion will support us to select the appropriate parameters, from which reducing wear and increasing working time for pressed screws.

Keywords: Pressed screw; Sawdust press machine; Wear; Temperature, Pressure.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, than không khói được sản xuất từ nguồn nguyên liệu phế thải như mùn cưa, vỏ chấu, dăm bào ngày càng được sử dụng rộng rãi do nhiệt lượng cao, than không tạo thành khói khi sử dụng và đặc biệt là tận dụng nguồn phế thải từ công nghiệp gỗ để tạo ra nguồn năng lượng tái tạo giúp làm trong sạch môi trường.

Trong dây truyền công nghệ sản xuất than không khói, có giai đoạn dùng máy ép để tạo ra thanh củi ép (hoặc viên nén). Trong đó, chi tiết vít ép là chi tiết quan trọng, chức năng của nó là vận chuyển và ép nguyên liệu trong buồng ép. Do ma sát với nguyên liệu ở nhiệt độ và áp suất cao sẽ làm chi tiết vít ép bị mòn rất nhanh (khoảng 50 đến 60 giờ làm việc sẽ phải thay vít ép). Hiện tại, ở Việt Nam và trên thế giới có rất ít các nghiên cứu về ảnh hưởng của các thông số đến khả năng làm việc của các loại vít ép nói chung và vít dùng trong máy ép mùn cưa nói riêng. Trong công trình nghiên cứu [1], tác giả MATUŠ Miloš đã nghiên cứu và đưa ra một số biên dạng phù hợp dùng để chế tạo vít ép trong máy ép mùn cưa. Trong công trình nghiên cứu [3] tác giả Križan Peter và Svátek Michal đã đưa ra ảnh hưởng của một số thông số (nhiệt độ, độ ẩm nguyên liệu đầu vào, áp suất ép, độ lớn của hạt nguyên liệu) đến mật độ nén của sản phẩm mùn cưa từ gỗ thông. Do vậy, việc nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ mòn của vít ép sẽ giúp lựa chọn được bộ thông số công nghệ phù hợp để giảm mòn, tăng thời gian làm việc cho vít ép.

2. TRANG THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

2.1. Thông số máy ép mùn cưa

Công suất động cơ: $P_{dc} = 22 \text{ kW}$;

Số vòng quay của động cơ: $n_{dc} = 1450 \text{ vg/ph}$;

Bộ truyền đai với các cấp tỷ số truyền: $u = 2, u = 2,25$ và $u = 3$;

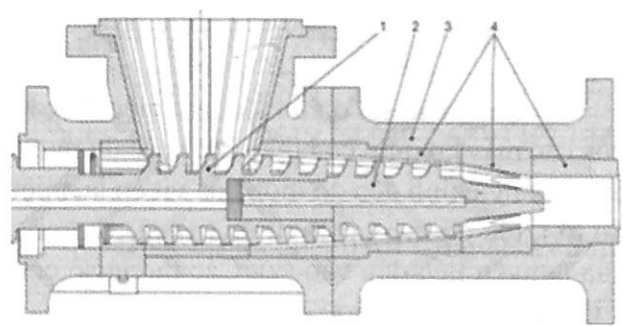
Áp suất nén tối đa: $p_{max} = 200 \text{ Mpa}$;

Năng suất: 220 kg/h ;

Tỷ trọng: $1,2 \text{ tấn/m}^3$;

Nhiệt độ lớn nhất trong khuôn: 280°C .

2.2. Nguyên lý làm việc



Hình 1. Nguyên lý ép của máy ép mùn cưa [1]:
(1- Vít dẫn; 2- Vít ép; 3 - Buồng ép; 4 - Khuôn)

Khi nguyên liệu (mùn cưa, dăm bào, vỏ chấu...) qua phễu nạp liệu được dẫn vào phần khe hở, một số bước ren (vít dẫn 1) sẽ làm nhiệm vụ chuyển nguyên liệu đến phần ren ép (vít ép 2, bao gồm 3 bước ren), tại phần ren này nguyên liệu sẽ được ép dưới áp suất và nhiệt độ cao để tạo liên kết, sau đó được đùn qua khuôn 4 để tạo hình thành các thanh củi ép (hoặc viên nén).

2.3. Cân điện tử

Cân điện tử dùng để cân khối lượng của chi tiết trước và sau khi làm việc để tính lượng mòn. Các thông số của cân như sau:

Ký hiệu: JCL- 15k.

Dải đo: 15 kg.

Sai số: 0,5g.



Hình 2. Cân điện tử Javeder

3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN HỌC

Qua khảo sát điều kiện làm việc thực tế của các máy ép mùn چرا thấy rằng các thông số ảnh hưởng chính đến độ mòn của vít ép là nhiệt độ (T), tốc độ quay của vít ép (n) và tỷ trọng của nguyên liệu đầu vào (γ). Các thông số còn lại không xét đến được coi là các thông nhiễu. Như vậy, ta có thể xây dựng được hàm quan hệ như sau:

$$U = f(T, n, \gamma) \quad (3.1)$$

Bảng 3.1. Điều kiện thí nghiệm:

Yếu tố	Các mức			Khoảng biến thiên
	Mức trên +1	Mức cơ sở 0	Mức dưới -1	
Nhiệt độ ép, T (°C)	280	240	200	40
Tốc độ quay của vít ép, n (vòng/phút)	145	135	125	10
Tỷ trọng của nguyên liệu, γ (kg/m ³)	180	135	90	45

Chọn phương án mô hình hóa bậc 1 rút gọn, 3 biến (3 nhân tố), mỗi nhân tố thay đổi

theo 2 mức. Như vậy, số thí nghiệm cần thực hiện là $N = 2^3 = 8$ thí nghiệm, [2].

Mô hình toán học bậc 1 rút gọn có dạng:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (3.2)$$

Trong đó:

x_1 là logarit cơ số e của nhiệt độ ép, T;

x_2 là logarit cơ số e của tốc độ quay của vít ép, n;

x_3 - Logarit cơ số e của tỷ trọng nguyên liệu đầu vào, γ;

y - Logarit cơ số e của hàm độ mòn, U.

Hoặc có thể viết dưới dạng ma trận như sau:

$$[X].[B]=[Y] \quad (3.3)$$

$$\text{Hay } [X^T].[X].[B]=[X^T].[Y] \quad (3.4)$$

Đặt $[M] = [X^T].[X]$, suy ra nghiệm của hệ là:

$$[B]=[M^{-1}].[X^T].[Y] \quad (3.5)$$

Trong đó:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 5,298 & 4,828 & 4,500 \\ 1 & 5,635 & 4,828 & 4,500 \\ 1 & 5,298 & 4,977 & 4,500 \\ 1 & 5,635 & 4,977 & 4,500 \\ 1 & 5,298 & 4,828 & 5,193 \\ 1 & 5,635 & 4,828 & 5,193 \\ 1 & 5,298 & 4,977 & 5,193 \\ 1 & 5,635 & 4,977 & 5,193 \end{bmatrix}; \quad Y = \begin{bmatrix} 1,386 \\ 1,609 \\ 1,872 \\ 2,079 \\ 1,609 \\ 1,792 \\ 2,015 \\ 2,197 \end{bmatrix}$$

X là ma trận của ln(T), ln(n) và ln(γ) theo bảng thực nghiệm 2.

Y là ma trận của ln(U) theo bảng thực nghiệm 2, độ mòn U được đo trong thời gian là 16 giờ làm việc.

Bảng 3.2. Bảng quy hoạch các thông số thực nghiệm:

STT	Thông số đầu vào							U (g)	Ln(T)	Ln(n)	Ln(γ)	Ln(U)
	Biến mã hóa				Biến thực nghiệm							
	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	T °C	N vg/ph	γ kg/m ³					
1	+1	-1	-1	-1	200	125	90	4,0	5,298	4,828	4,500	1,386
2	+1	+1	-1	-1	280	125	90	5,0	5,635	4,828	4,500	1,609
3	+1	-1	+1	-1	200	145	90	6,5	5,298	4,977	4,500	1,872
4	+1	+1	+1	-1	280	145	90	8,0	5,635	4,977	4,500	2,079
5	+1	-1	-1	+1	200	125	180	5,0	5,298	4,828	5,193	1,609
6	+1	+1	-1	+1	280	125	180	6,0	5,635	4,828	5,193	1,792
7	+1	-1	+1	+1	200	145	180	7,5	5,298	4,977	5,193	2,015
8	+1	+1	+1	+1	280	145	180	9,0	5,635	4,977	5,193	2,197

Sử dụng phần mềm MATLAB lập trình và tính toán các kết quả như sau:

Ma trận chuyển vị X^T của X là:

$$X^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 5,298 & 5,635 & 5,298 & 5,635 & 5,298 & 5,635 & 5,298 & 5,635 \\ 4,828 & 4,828 & 4,977 & 4,977 & 4,828 & 4,828 & 4,977 & 4,977 \\ 4,500 & 4,500 & 4,500 & 4,500 & 5,193 & 5,193 & 5,193 & 5,193 \end{bmatrix}$$

$$M = X^T \cdot X = \begin{bmatrix} 8,0000 & 43,7320 & 39,2200 & 38,7720 \\ 43,7320 & 239,2881 & 214,3961 & 211,9471 \\ 39,2200 & 214,3961 & 192,3205 & 190,0797 \\ 38,7720 & 211,9471 & 190,0797 & 188,8690 \end{bmatrix}$$

$$M^{-1} = \text{inv}(M) = \begin{bmatrix} 697,4344 & -24,0669 & -110,4117 & -5,0458 \\ -24,0669 & 4,4026 & -0,0000 & -0,0000 \\ -110,4117 & -0,0000 & 22,5215 & -0,0000 \\ -5,0458 & -0,0000 & -0,0000 & 1,0411 \end{bmatrix}$$

$$\text{Do đó: } [B] = [M^{-1}] \cdot [X^T] \cdot [Y] = \begin{bmatrix} -20,058 \\ 0,8546 \\ 3,0537 \\ 0,2980 \end{bmatrix}$$

Mô hình toán học:

$$y_1 = -20.0575 + 0.8546x_1 + 3.0537x_2 + 0.2980x_3 \quad (3.6)$$

Hoặc có thể viết dưới dạng hàm số mũ như sau:

$$U = e^{-20.0575} T^{0.8546} n^{3.0537} \gamma^{0.2980} \quad (3.7)$$

Đánh giá tính phù hợp của phương trình hồi quy:

Đánh giá tính phù hợp của phương trình hồi quy là đánh giá mô hình thu được mô tả thí nghiệm đúng hay chưa.

Sử dụng chuẩn Fisher để so sánh:

$$F_{\text{tính}} < F_{\text{bảng}}(P, k_1, k_2) \quad (3.8)$$

Trong đó:

$$k_1 = N - n - 1; \quad k_2 = N(m - 1);$$

N: Số thí nghiệm (N = 8);

n: Số nhân tố ảnh hưởng lên kết quả thí nghiệm (n = 3);

m: Số lần lặp lại của thí nghiệm (m = 3).

Do đó: $k_1 = 4; k_2 = 16$

$$F_{\text{tính}} = \frac{S_{\text{tt}}^2}{S_{\text{th}}^2} \quad (3.9)$$

Phương sai tương thích:

$$S_{tt}^2 = \frac{m}{N - n - 1} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \hat{y}_{tb})^2 \quad (3.10)$$

Phương sai tái hiện:

$$S_{th}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n S_i^2 = \frac{1}{N(m-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 \quad (3.11)$$

Trong đó:

\hat{y}_i : Kết quả thực nghiệm thứ i tính theo phương trình hồi quy.

\bar{y}_i : Giá trị trung bình của m lần thí nghiệm trong thí nghiệm thứ i.

y_{ij} : Giá trị của thí nghiệm thứ i trong lần lặp lại thứ j.

$\bar{y}_i - \hat{y}_i$: Sai số giữa lý thuyết và thực nghiệm ở thí nghiệm thứ i.

Với các kết quả theo bảng thực nghiệm 2 và phương trình hồi quy (7) ta có:

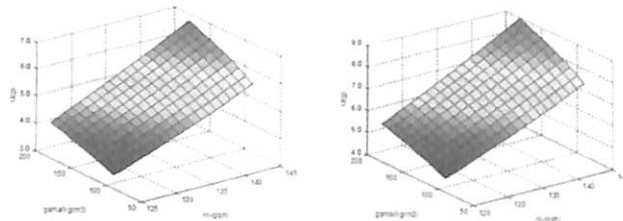
$$S_{tt}^2 = 0.0042 ; \quad S_{th}^2 = 0.0104$$

Tra bảng theo chuẩn Fisher [2]:

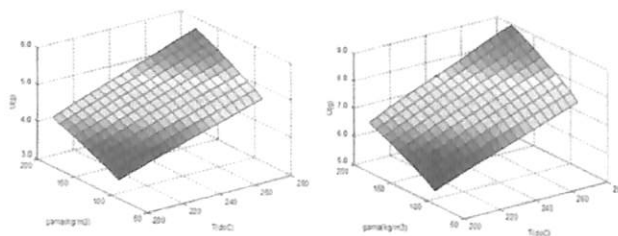
$$F_{tinh} = 0.4014 < F_{bảng} (11, 32, 0.95) \approx 2.1$$

Như vậy, hàm hồi quy phù hợp với thực tế.

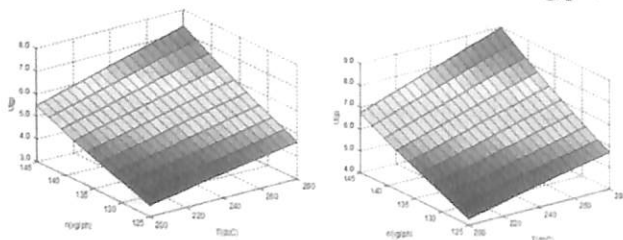
Dưới đây là các đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa độ mòn vít ép và các thông số công nghệ.



Hình 3.1. Đồ thị quan hệ giữa U với n và γ khi $T = 200^\circ C$ và $T = 280^\circ C$



Hình 3.2. Đồ thị quan hệ giữa U với T và γ khi $n = 125$ vg/ph, $n = 145$ vg/ph



Hình 3.3. Đồ thị quan hệ giữa U với T và n khi $\gamma = 90$ kg/m, $\gamma = 180$ kg/m³

4. KẾT LUẬN

Quá trình mòn là yếu tố không mong muốn xảy ra trong quá trình làm việc của máy ép trục vít, do đó khi thực hiện công việc ta phải hết sức quan tâm đến các thông số khống chế để làm giảm quá trình mòn của vít ép.

Qua hình 3.1, ta có thể thấy khi T tăng thì U tăng, γ và n cũng tỉ lệ thuận với U.

Qua hình 3.2, ta thấy khi n tăng thì U tăng, γ và T cũng tỉ lệ thuận với U.

Qua hình 3.3, ta thấy khi γ tăng thì U tăng, γ và T cũng tỉ lệ thuận với U.

Hiện, ở Việt Nam và trên thế giới có rất ít các nghiên cứu về ảnh hưởng của các thông số đến khả năng làm việc của vít ép trong máy ép mùn cưa; nên nghiên cứu của tác giả đã đưa ra bộ thông số giúp tìm được các thông số công nghệ phù hợp để tăng tuổi thọ cho vít ép (Dựa vào đồ thị đã thể hiện ở trên).

Các kết quả trong bài nghiên cứu này sẽ giúp các nhà công nghệ đánh giá được ảnh hưởng 3 thông số T, n, γ đến độ mòn của vít ép. ❖

Ngày nhận bài: **03/9/2018**

Ngày phản biện: **18/9/2018**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. MATÚŠ Miloš, (SK)., 2011. *Analysis of Tool Geometry for Screw Extrusion Machines*. International Conference Aplimat.
- [2]. TS. Nguyễn Doãn Ý (2009); *Xử lý số liệu thực nghiệm trong kỹ thuật*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [3]. Križan Peter ; Svátek Michal., 2010. *Vzájomná interakcia technologických parametrov procese zhutňovania na výslednú kvalitu vylisku*. Projektu „Vývoj progresívnej technológie zhutňovania biomasy a výroba prototypov a vysokoproduktívnych nástrojov“ (ITMS kód Projektu: 26240220017).