

XÁC ĐỊNH TỶ LỆ ĐỒNG DẠNG VÀ LỰA CHỌN CÁC THÔNG SỐ ĐỂ XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÁY NGHIỀN RÁC XÂY DỰNG

DETERMINATION OF SIMILARITY RATE AND SELECTION OF PARAMETERS FOR
BUILDING A MODEL OF CONSTRUCTION WASTE CRUSHER

Triệu Quý Huy, Dương Hải Nam

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

TÓM TẮT

Trong quá trình xây dựng cũng như phá dỡ cầu đường, nhà ở sẽ phát sinh rất nhiều rác thải rắn. Việc chế tạo ra máy nghiền rác thải xây dựng đáp ứng nhu cầu thực tiễn về tái chế, giảm thiểu ô nhiễm môi trường là rất cần thiết. Trong quá trình nghiên cứu, nhóm tác giả không thể thiết kế, chế tạo ngay máy thực được mà phải tính toán thiết kế mô hình đặt trong phòng thí nghiệm nhằm tối ưu hóa các thông số cũng như giảm thiểu việc đầu tư. Từ những yêu cầu đó, nhóm tác giả đã giải bài toán đồng dạng để xác định mô hình vật lý máy nghiền rác thải xây dựng.

Từ khóa: Rác thải rắn; Máy nghiền rác; Mô hình máy; Đồng dạng; Đồng dạng vật lý.

ABSTRACT

During construction as well as demolition of roads and bridges, houses will generate a lot of solid waste. It is very necessary to create a construction waste crusher to meet the practical needs of recycling and reduce environmental pollution. During the research, the authors could not design and manufacture a real machine, but had to calculate the design of the model placed in the laboratory to optimize the parameters as well as minimize the investment. From those requirements, the authors solved the similarity problem to determine the physical model of the construction waste crusher.

Keywords: Solid waste; Garbage crusher; Machine model; Uniform; Physical uniform.

1. LÝ THUYẾT XÁC ĐỊNH MÔ HÌNH VẬT LÝ MÁY NGHIÊN RÁC XÂY DỰNG

*Xác định công suất nghiền

Quá trình nghiền chứa nhiều thông số. Các thông số này được xác định từ đồng dạng hình học. Đối với máy nghiền trục ngang, phương trình xác định chuyển động của lưỡi cắt là:

$$E_u = f(R_e, F_r, G_i) \quad (1)$$

Trong đó: G_i là tập hợp các chuẩn số đồng dạng kích thước hình học của thiết bị.

Dạng tổng quát xác định công suất để nghiền được thể hiện:

$$N = f(D, F, n, \rho, g) \quad (2)$$

Bảng 1. Các thông số ảnh hưởng đến quá trình nghiền

TT	Các đại lượng		Thứ nguyên $M^a L^b T^c$		
	Ký hiệu	Tên	μ	λ	τ
1	N	Công suất nghiền, kW	1	2	-3
2	F	Diện tích vùng cắt, m ²	0	2	0
3	v	Tốc độ đầu dao cắt, m/s	0	1	-1
4	ρ	Khối lượng riêng, kg/m ³	1	-3	0
5	g	Gia tốc trọng trường, m/s ²	0	1	-2
6	μ	Độ nhớt, g/m.s	1	-1	-1

Giá trị các đại lượng được trình bày trong bảng như sau:

Chọn đại lượng cơ bản ρ , F , v (với giá trị $\Delta \neq 0$).

$$\Delta = \begin{bmatrix} 1 & -3 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \neq 0$$

Ta tìm được các chuẩn số sau:

$$\left. \begin{aligned} \Pi_1 &= \frac{N}{\rho \cdot v^3 \cdot F} = \frac{N}{v} \cdot \frac{1}{v^2 \cdot \rho \cdot F} = \frac{p_*}{F} \cdot \frac{1}{v^2 \cdot \rho} = E_u \\ \Pi_2 &= \frac{\mu}{\rho \cdot \sqrt{F} \cdot v} = \frac{\mu}{\rho \cdot l \cdot v} = \frac{1}{Re} = Re^{-1} \\ \Pi_3 &= \frac{g \cdot \sqrt{F}}{v} = \frac{g \cdot l}{v^2} = \frac{1}{Fr} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$



Trong đó: E_u - Chuẩn số Ole; F_r - Chuẩn số Frut; R_e - Chuẩn số Râynon.

*Từ chuẩn số Frut, ta có thể tìm chuẩn số Frut giữa hai trục chính bằng cách thay tốc độ lưỡi cắt v , theo công thức:

$$v = \pi \cdot D \cdot n \quad (4)$$

D - Đường kính lưỡi dao:

$$F_{rc} = \frac{n^2 \cdot D}{g} \quad (5)$$

*Chuẩn số Ole xác định chi phí năng lượng của hệ thống thông qua chuẩn số Frut giữa hai trục chính:

$$E_{uc} = \frac{N}{\rho \cdot n^3 \cdot D^5} \quad (6)$$

*Theo cách thay thế như trên, ta có chuẩn số Râynon:

$$R_{ec} = \frac{n \cdot D^2 \cdot \rho}{\mu} \quad (7)$$

$$\text{Hay: } \frac{p_*}{\rho \cdot n^2 \cdot D^2} = f\left(\frac{n \cdot D^2 \cdot \rho}{\mu}; \frac{n^2 \cdot D}{g}\right) \quad (8)$$

Phương trình (2.1) có thể viết dưới dạng:

$$E_{uc} = C \cdot R_{ec}^{-m} \cdot F_{rc}^{-n} \quad (9)$$

Ở phương trình trên, chuẩn số Frut có thể bỏ qua vì ảnh hưởng của lực trọng trường (liên quan đến tạo sóng trên bề mặt) là không đáng kể, vì vậy từ (9) có thể viết đơn giản:

$$E_{uc} = C \cdot R_{ec}^{-m} \quad (2.10)$$

Trong đó: C , m , n là hệ số thực nghiệm.

Nếu trong các số chuẩn trên, ta thực hiện các thay thế sau:

$$v = \pi \cdot D \cdot n; S = h \cdot r; r = D/2; h = a \cdot D \text{ (a là hệ số tỷ lệ)}$$

Công thức cần thiết cho nghiên tính theo phương trình:

$$\frac{N_p}{\rho \cdot n^3 \cdot D^5} = C \left(\frac{n \cdot D^2 \cdot \rho}{\mu} \right)^{-m} \quad (2.11)$$

Đây là chuẩn số E_{uc} tính trong trường hợp máy nghiền.

*Tính năng suất nghiền

Năng suất nghiền phụ thuộc vào các yếu tố cơ bản sau đây:

$$Q = f(D, S, n, \rho, g) \quad (2.12)$$

Với: - S là bước dao, thứ nguyên là: $M^0 L^1 T^0$;

- n là tốc độ quay của trục nghiền, thứ nguyên là: $M^0 L^0 T^{-1}$.

Chọn đại lượng cơ bản ρ , D , n (với giá trị $\Delta \neq 0$):

$$\Delta = \begin{bmatrix} 1 & -3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \neq 0$$

Ta tìm được phương trình chuẩn số sau:

$$\frac{Q}{\rho \cdot n \cdot D^3} = \varphi \left(\frac{g}{n^2 \cdot d}, \frac{S}{D} \right); \quad (2.13)$$

Trong đó:

$$\left. \begin{aligned} \pi_1 &= \frac{Q}{\rho \cdot n \cdot D^3}; \\ \pi_2 &= \frac{g}{n^2 \cdot D} = \frac{1}{F_r}; \\ \pi_3 &= \frac{S}{D} \end{aligned} \right\} \quad (2.14)$$

Chuẩn số thứ hai có thể phân tích như

sau: $F_{rc} = \frac{n^2 D}{g}$

Với chỉ số đồng dạng: $L_1 = \frac{D_c \cdot n_c^2}{g_c} = 1;$

Trong điều kiện gia tốc trọng trường $g_c = 1$ (khi làm mô hình cũng như vật thực), sẽ có:

$$D_0 n_0^2 = D_M n_M^2.$$

Tính được tốc độ quay của máy thực sẽ là:

$$n_o = n_M \cdot \sqrt{\frac{D_M}{D_o}} \quad (2.15)$$

Từ chuẩn số $\Pi_3 = S/D$, có thể viết: $L_2 = S_c/D_c = 1.$

$$\text{Hay là: } S_o = S_M \cdot \frac{D_o}{D_M} \quad (2.16)$$

2. ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT MÔ HÌNH ĐỒNG DẠNG VÀ PHÂN TÍCH THỨ NGUYÊN ĐỂ XÁC ĐỊNH MÔ HÌNH MÁY

Từ các chuẩn số xác định dây máy

nghiên ở phương trình 14, ta có:

$$\Pi_1 = \frac{Q}{\rho \cdot n \cdot D^3};$$

$$\Pi_2 = \frac{g}{n^2 \cdot D} = \frac{1}{F_r};$$

$$\Pi_3 = \frac{S}{D}$$

Và chuẩn số E_{uc} tính cho công suất của máy nghiên (phương trình 11):

$$\frac{N_p}{\rho \cdot n^3 \cdot D^5} = C \left(\frac{n \cdot D^2 \cdot \rho}{\mu} \right)^{-m}$$

Từ chuẩn số $\Pi_2 = \frac{g}{n^2 \cdot D}$, ta có chỉ số

$$\text{đồng dạng: } L_{c1} = \frac{g_c}{n_c^2 \cdot D_c} = 1 \quad (2.17)$$

$$\text{Hay: } L_{c1} = \frac{g_c}{n_c^2 \cdot D_c} = \frac{\frac{g_0}{n_0^2 \cdot D_0}}{\frac{g_M}{n_M^2 \cdot D_M}} = 1$$

Trong đó: ký hiệu “0” là máy thực, “M” là máy mô hình.

Do chỉ số $g_c = 1$, nên:

$$\frac{n_0^2}{n_M^2} \cdot \frac{D_0}{D_M} = 1 \text{ hay } \frac{D_0}{D_M} = \left(\frac{n_M}{n_0} \right)^2 \quad (2.18)$$

Từ chuẩn số $\Pi_1 = \frac{Q}{\rho \cdot n \cdot D^3}$, ta có chỉ số đồng dạng:

$$L_{c2} = \frac{Q_c}{\rho_c \cdot n_c \cdot D_c^3} = 1 \quad (2.19)$$

$$\text{Hay: } L_{c2} = \frac{Q_c}{\rho_c \cdot n_c \cdot D_c^3} = \frac{\frac{Q_0}{Q_M}}{\frac{\rho_0}{\rho_M} \cdot \frac{n_0}{n_M} \cdot \left(\frac{D_0}{D_M}\right)^3} = 1$$

Do chỉ số $\rho_c = 1$, nên:

$$\frac{Q_0}{Q_M} = \frac{n_0}{n_M} \cdot \left(\frac{D_0}{D_M}\right)^3 \quad (2.20)$$

Từ (2.19) và (2.20), ta có:

$$\frac{Q_0}{Q_M} = \frac{n_0}{n_M} \cdot \left(\frac{D_0}{D_M}\right)^3 = \frac{n_0}{n_M} \cdot \left(\frac{n_M}{n_0}\right)^6 = \left(\frac{n_M}{n_0}\right)^5 \quad (2.21)$$

Từ chuẩn số $\Pi_3 = \frac{S}{D}$, ta có chỉ số đồng dạng:

$$L_{c3} = \frac{S_c}{D_c} = \frac{\frac{S_0}{S_M}}{\frac{D_0}{D_M}} = 1 \quad (2.22)$$

$$\text{Hay: } \frac{S_0}{S_M} = \frac{D_0}{D_M} = \left(\frac{n_M}{n_0}\right)^2 \quad (2.23)$$

Từ chuẩn số $\pi_3 = \frac{L_C}{D}$, chỉ số đồng dạng:

$$L_{c4} = \frac{L_{C0}}{D_0} = \frac{\frac{L_M}{D_M}}{\frac{D_0}{D_M}} = 1 \quad (2.24)$$

$$\text{Hay: } \frac{L_{C0}}{L_{CM}} = \frac{D_0}{D_M} \quad (2.25)$$

Dựa trên cách xác định trên, đề xuất dãy máy thực như sau:

Bảng 2. Tính toán các thông số trên máy thực

TT	Các chỉ tiêu	Mô hình máy	Máy thực
1	Công suất cần thiết, kW	2,2	5,8
2	Năng suất nghiền Q, tấn/h	1	3
3	Số vòng quay n, min ⁻¹	120	100
4	Đường kính lưỡi cắt, mm	180	337
5	Chiều dài trục nghiền, mm	800	1177

3. KẾT LUẬN

- Chọn được lý thuyết xác định mô hình đồng dạng vật lý để ứng dụng vào tính toán;

- Xác định được các thông số trên mô hình và máy thực;

- Chỉ ra được các thông số ảnh hưởng thứ nguyên đến quá trình nghiền. ❖

Ngày nhận bài: **02/7/2022**

Ngày phản biện: **15/7/2022**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Phạm Văn Lang; *Cơ sở lý thuyết đồng dạng, mô hình, phép phân tích thứ nguyên và ứng dụng trong kỹ thuật cơ điện nông nghiệp*. NXB. Khoa học Kỹ thuật (1996).
- [2]. Vũ Bá Minh, Hoàng Minh Nam (1998); *Cơ học vật liệu rời*. NXB. Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Xuân Nguyên, Trần Quang Huy (2004); *Công nghệ xử lý rác thải và chất thải rắn*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.