

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ NHẪM NÂNG CAO HIỆU SUẤT CỦA MÁY NGHIÊN RÁC THẢI XÂY DỰNG

RESEARCH AND PROPOSE A NUMBER OF TECHNOLOGIES TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF CONSTRUCTION GARBAGE CRUSHERS

ThS. Nguyễn Văn Trúc
Trường Đại học Kinh tế Kỹ thuật Công nghiệp

TÓM TẮT

Rác xây dựng chủ yếu được thải ra khi thực hiện các dự án xây dựng mới, cải tạo mở rộng và trong quá trình phá dỡ những tòa nhà cũ nát. Hiện nay, những loại rác này tại Việt Nam chủ yếu được xử lý bằng cách chôn lấp phát sinh những vấn đề ô nhiễm môi trường, chi phí tốn kém cho việc vận chuyển ra khỏi các khu đô thị ở các thành phố lớn. Các rác thải xây dựng (gạch, ngói, bê tông, sắt thép, gỗ...) phần lớn đều có thể được đưa vào tái chế tạo thành một nguồn tài nguyên mới. Đối với các phế thải như loại gạch, ngói, bê tông có thể được phân loại, nghiền nát và sàng để tái chế làm vật liệu đổ đường, trải thảm, san lấp mặt bằng; những vật liệu kim loại được tập trung đưa vào lò luyện nấu tan chảy tái chế tạo thành thép với các quy cách khác nhau; đối với phế thải là vật liệu gỗ, có thể tái chế thành gỗ nhân tạo. Để tài đã nghiên cứu thành công máy nghiền các loại vật liệu thải rắn như gạch, ngói, bê tông với chi phí thấp hơn nhiều so với việc vận chuyển mang đi chôn lấp. Quá trình nghiên cứu xác định được giảm 50% về thể tích, giảm chi phí 80%, giảm thiểu ô nhiễm môi trường 75%.

Từ khóa: Máy nghiền rác thải xây dựng; Máy nghiền rác; Máy nghiền dao đĩa; Nghiền gạch; Nghiền đá.

ABSTRACT

Construction waste is mainly discharged when carrying out new construction projects, extensive renovations and in the process of demolishing old and dilapidated buildings. Currently, these types of waste in Vietnam are mainly treated by burying, causing environmental pollution problems, costly transportation out of urban areas in big cities. Construction waste (brick, tile, concrete, iron and steel, wood...) can mostly be recycled into a new resource. For wastes such as bricks, tiles and concrete that can be classified, crushed and screened for recycling as materials for road paving, carpeting and leveling; metal materials are concentrated and put into smelting furnaces, melted and recycled into steel with different specifications; for wood waste, which can be recycled into artificial wood. The project has successfully researched the crushing machine of solid waste materials such as bricks, tiles, and concrete at a much lower cost than transporting them to landfill. The research process identified a 50% reduction in volume, a 80% reduction in costs, and a 75% reduction in environmental pollution.

Keywords: Construction waste crusher; Garbage crusher; Disc knife crusher; Brick crushing; Stone crushing.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong cuộc sống xã hội hiện đại ngày nay, con người luôn phát minh tạo ra hàng loạt máy móc kỹ thuật, trang thiết bị hiện đại để giảm bớt sức lao động của con người, xây dựng các công trình đồ sộ, nhưng đồng thời cũng cho ra đời hàng trăm tấn rác thải rắn phát sinh ra những hậu quả tác động xấu đến chất lượng không khí, ô nhiễm môi trường, làm xấu cảnh quan và tàn phá môi trường đô thị.

Khi đô thị hóa tiếp tục tăng tốc, số lượng chất thải xây dựng cũng đang tăng nhanh. Người dân tận hưởng nền văn minh đô thị, nó cũng phải chịu sự phiền toái của rác thải đô thị, chất thải xây dựng sẽ chiếm tỷ lệ lớn trong tổng số chất thải, chiếm khoảng 30% đến 40%.

Tận dụng rác thải xây dựng như cốt liệu bê tông và gạch vụn, có thể tạo ra những vật liệu bê tông, vữa, gạch lát nền; đối với cốt liệu thô hoặc sử dụng làm vật liệu sản xuất gạch, tấm tường, gạch lát nền và nhiều sản phẩm vật liệu xây dựng khác; đối với phế thải vụn, có thể sử dụng để thi công đường, làm vật liệu chôn cọc móng; đối với phế thải là gỗ, với những vật liệu gỗ chưa bị hư hỏng nặng, vẫn có thể tái chế và sử dụng, nếu hư hỏng nặng có thể đưa vào tái chế và tạo ra các tấm nguyên liệu hoặc giấy; đối với phế thải là vật liệu hỗn hợp nhựa đường, có thể tái chế thành vật liệu bê tông nhựa; đối với phế liệu là thép và các vật liệu kim loại khác, có thể trực tiếp sử dụng lại hoặc đưa vào lò luyện thành các vật liệu thép tái chế. Do đó, ta thấy rác thải xây dựng là loại rác gây cản trở và khó dễ nhất trong quá trình nghiền nhỏ và tái chế khi dùng các loại máy nghiền rác thải thông thường. Việc tìm ra giải pháp xây dựng chế độ công nghệ nhằm nâng cao hiệu suất cho máy nghiền rác thải xây dựng là hết sức cần thiết, phải nghiên cứu và phân tích các nhân tố ảnh

hưởng tới hiệu quả.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Để đạt được chất thải xây dựng đô thị có thể được tái chế, Nhà nước và nhiều trung tâm kết hợp phát triển sản phẩm nghiền và sàng lọc để tiếp tục sử dụng, và cuối cùng là ra mắt thành công thiết bị xử lý chất thải xây dựng, trạm nghiền di động.

- Công nghệ thiết bị máy nghiền phế thải xây dựng để nghiền hàm, máy nghiền phản kích, máy nghiền phản kích ly tâm trục đứng, máy nghiền côn thủy lực, sàng rung, bộ cấp rung và các thiết bị đặc biệt khác để nghiền và sàng lọc chất thải xây dựng. Có thể sử dụng rộng rãi chất thải xây dựng, xây dựng và các ngành công nghiệp khác, để xây dựng đô thị đường vào một chu kỳ đạo đức cung cấp một ý tưởng phát triển mới.

- Quy trình máy nghiền rác thải xây dựng cơ bản.

+ Phế thải xây dựng đặc thù do lẫn lộn nhiều thành phần khác nhau bao gồm: gạch vỡ, bê tông, tường bao, sắt thép... cho nên cần sử dụng những thiết bị có khả năng vừa nghiền phế thải về kích thước nhỏ vừa nghiền được các khối bê tông có cốt thép bên trong mà không ảnh hưởng đến máy móc thiết bị.

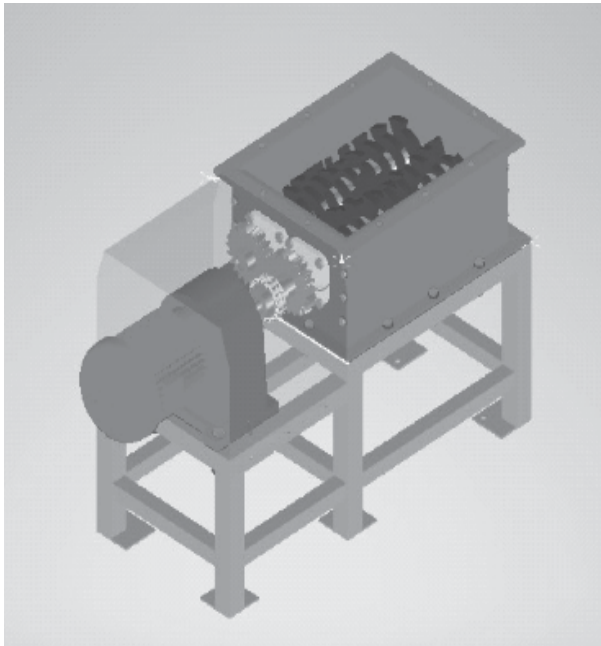
+ Thiết bị để nghiền phế thải có thể lắp đặt cố định hoặc lắp đặt trên các thiết bị di động. Điều này phụ thuộc vào quy mô đầu tư và nhu cầu của từng đơn vị. Thông thường, máy nghiền di động phù hợp với các nhiệm vụ nghiền phế thải tại các thành phố lớn có lượng phế thải xây dựng lớn ở khu vực trung tâm thành phố khó khăn trong việc chuyên chở các

chất thải ra ngoài.

+ Thiết bị nghiền cố định được lắp đặt tại các bãi tập kết vật liệu xây dựng ở khu vực ngoại ô thành phố, nơi đây là khu vực tập kết phế thải vật liệu xây dựng.

- Với hai loại thiết bị này, phế thải xây dựng vẫn phải trải qua các quy trình cơ bản như sau: hạ kích thước, loại bỏ sắt thép, hạ kích thước lần hai, phân loại các chất. Mỗi quy trình cần có những thiết bị chuyên dụng. Trong đó, tùy từng trường hợp, ta có thể lựa chọn các phương án phù hợp nhất về công suất xử lý, mức đầu tư.

Từ mô hình thực nghiệm máy nghiền rác đã triển khai chế tạo và chạy thử để xác định các thông số cơ bản:



Hình 1. Mô hình máy nghiền rác xây dựng

Lý thuyết về chuyển động cắt, các phương trình dạng hạt kết hợp với mô hình thực nghiệm đã chỉ ra các vấn đề tồn tại của máy.

3. CÁC NHÂN TỐ CHÍNH ẢNH HƯỞNG TỚI HIỆU SUẤT CỦA MÁY NGHIÊN RÁC XÂY DỰNG

3.1. Ảnh hưởng của kích thước đầu vào, đầu ra của vật liệu nghiền

Quá trình xây dựng hay phá dỡ các vật liệu có kết cấu, kích thước lớn nhỏ khác nhau khi vào vùng nghiền có thể cắt được hoặc quá tải sẽ dẫn đến dừng máy làm ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất của máy.

Khi đã xác định đầu vào cấp liệu của máy (400x260x200) thì ta hoàn toàn có thể xác định được đầu ra thông qua phương trình truy xuất cân bằng tính chất quần thể hạt phân tán tổng quát:

$$\frac{\partial f(X,t)}{\partial t} + \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left[f(X,t) \frac{\partial x_i}{\partial t} \right] - \sum_{j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_j} \left[D_{x_j} \frac{\partial f(X,t)}{\partial x_j} \right] = q_d \quad (1)$$

Trong đó: $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ là vectơ các đại lượng đặc trưng cho tính chất của hạt;

$f(X,t)$ là hàm mật độ phân bố các hạt đa phân tán theo các thông số;

x_i là thiết bị nghiền đang nghiên cứu; x_1, x_2, x_3 là ba tọa độ không gian hình học; $x_4 = v$ là kích thước hạt vật liệu đang được nghiền, hàm $f(X,t) = f(v,t)$. Khi đó, phương trình (1) trở thành phương trình viết cho hàm mật độ phân bố hạt theo kích thước:

$$\frac{\partial}{\partial t} f(v,t) + \nabla^k f(v,t) u^k + \frac{\partial}{\partial v} f(v,t) \eta_v - \frac{\partial}{\partial v} D_v \frac{\partial}{\partial v} f(v,t) = q_d \quad (2)$$

Trong đó: $u = \{u^k\}$ là vectơ vận tốc của các hạt $S^{3,i}$ chuyển động trong không gian của máy nghiền (tốc độ biến thiên của các đại lượng x_1, x_2, x_3 theo thời gian);



η_v - là tốc độ biến đổi kích thước v của hạt không kèm theo sự tạo thành hạt mới;

q_d là hàm đặc trưng cho sự biến đổi đột biến của mật độ phân bố hạt do tác động của quá trình nghiền đập các hạt;

D_v là hệ số khuếch tán mở rộng.

Để giảm bớt mức độ phức tạp, tạm thời không xét đến hiệu ứng khuếch tán mở rộng. Khi đó, $D_v = 0$, số hạng thứ tư ở vế trái trong phương trình (2) bị triệt tiêu. Trong quá trình nghiền, các hạt vật liệu không tham gia các quá trình hóa học (hoặc hóa lý) gây ra sự tự thay đổi kích thước của các hạt vật liệu nên $\eta_v = 0$ và dẫn đến sự triệt tiêu của số hạng thứ ba ở vế trái trong phương trình. Đối với máy nghiền bị hoạt động gián đoạn, số hạng thứ hai ở vế trái trong phương trình cũng đồng nhất bằng không vì trong quá trình nghiền không có dòng hạt vào, ra.

Do đó, phương trình mật độ phân bố hạt (2) có dạng:

$$\frac{\partial}{\partial t} f(v) = q_d = \sum_{j=1}^4 S_j(v) \quad (3)$$

Trong đó: $S_1(v,t)$ đặc trưng cho sự tạo thành các hạt có kích thước v do nghiền vỡ các hạt có kích thước v' ($v' = v + \Delta v$); $S_2(v,t)$ đặc trưng cho tốc độ mất đi của các hạt có kích thước v do đập vỡ các hạt v thành các hạt nhỏ hơn; $S_3(v,t)$ biểu đạt cho sự tạo thành các hạt có kích thước v do kết hợp hai hạt có kích thước v' và v'' ($v' + v'' = v$); $S_4(v,t)$ biểu đạt cho sự mất đi các hạt v do hạt v liên kết với các hạt khác.

Trong phạm vi nghiên cứu của bài báo này, do không xét đến sự kết tập các hạt lại với nhau khi xảy ra sự nghiền đập nên đã bỏ qua các thành phần S_3 và S_4 .

Biểu diễn thành phần S_1 bởi quan hệ $S_1 = S_{11} \cdot S_{12}$, trong đó S_{11} phản ánh vai trò của số lượng các hạt có kích thước lớn hơn v , còn S_{12} phản ánh vai trò của tất cả các hạt có trong không gian nghiền khi các hạt này va đập với nhau để tạo ra hạt có kích thước v . Khi đó, $S_{11} \cdot S_{12}$ có dạng:

$$S_{11}(v,t)S_{12}(v,t) = k_1 \beta(v,v') \int_v^{v_{\max}} f(v,t) dv \left(\int_0^{v_{\max}} f(v,t) dv \right)^{\gamma_3} \quad (4)$$

Lưu ý rằng, trong quan hệ (4), tích phân thứ nhất biểu đạt tổng số hạt có kích thước lớn hơn v , tích phân thứ hai biểu đạt tổng số hạt tham gia quá trình nghiền, k_1 là hệ số tỷ lệ, $\beta(v,v')$ là xác suất hiệu quả va đập.

Thành phần S_1 cũng phụ thuộc vào các yếu tố công nghệ:

$$X_1 = k_2 f_{ba}^{\gamma_1} \quad (5)$$

Tỷ lệ a giữa khối lượng nhập liệu so với khoảng cách dao: $X_2 = a^{\gamma_2}$

Hệ số dao của máy nghiền: $X_3 = q^{\gamma_4}$

Số vòng quay n của máy nghiền:

$$X_4 = n^{\alpha_1}$$

Thể tích máy nghiền V : $X_5 = k_3 k_{11} V_{mn}^{\alpha_2}$

Trong đó: $k_2, k_3, k_{11}, \alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_4$ là các hằng số.

Do đó, có thể viết:

$$X = X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 = k_2 k_3 k_{11} n^{\alpha_1} V_{mn}^{\alpha_2} f_{ba}^{\gamma_1} a^{\gamma_2} q^{\gamma_4} \quad (6)$$

Ngoài ra, S_1 còn phụ thuộc vào kích thước vật liệu nghiền:

$$Y = k_4 k_5 \left(p_{cl}^{\beta_1} + p_p^{\beta_2} \right) \quad (7)$$

3.2. Ảnh hưởng của trục chính

Trục chính nhỏ quá sẽ dẫn đến cong,

gây nên độ không chính xác cho bộ lưỡi cắt. Nếu trục lớn quá sẽ làm tải trọng động lớn mất khoảng cách giữa hai trục, hẹp khoảng cách cắt của bộ lưỡi dao nghiền. Từ những vấn đề cơ bản như vậy, ta cần xác định các tải trọng tác dụng lên trục dựa vào các thông số đầu vào và đầu ra của vật liệu, tính sơ bộ đường kính trục, chiều dài các đoạn trục và kiểm nghiệm bền.

3.3. Ảnh hưởng của ổ bi

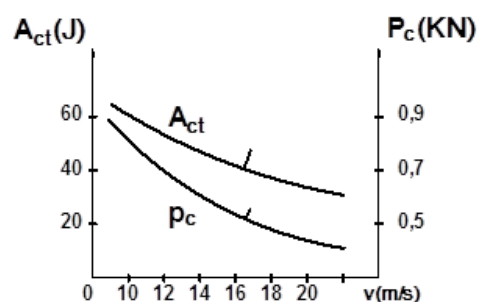
Việc xác định đúng ổ lăn cho máy giúp góp phần làm cho các chuyển động của trục, lưỡi cắt chính xác theo thiết kế làm tăng hiệu suất của máy. Nếu ổ bi nhỏ quá sẽ không chịu được tải trọng, nếu lớn quá sẽ bị tiêu hao năng lượng dẫn tới tiêu hao công suất máy. Lựa chọn xác định ổ bi theo hai chỉ tiêu là khả năng tải động nhằm để phòng tróc rỗ bề mặt làm việc và khả năng tải tĩnh để phòng biến dạng dư. Ổ bi làm việc với vòng quay lớn nên không chọn theo khả năng tải tĩnh mà chọn theo khả năng tải động.

3.4. Ảnh hưởng của vận tốc cắt

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm của Reznik đối với nguyên lý cắt dao chuyển động, tóm tắt cố định trình bày bằng đồ thị hình 2 cho thấy: khi vận tốc cắt tăng thì lực cắt thái P_c và công cắt thái A_{ct} đều giảm.

Quan hệ giữa lực nén và lực cắt:

Đối với cắt các vật liệu rắn, quá trình cắt có giai đoạn nén vật liệu và giai đoạn cắt. Nếu gọi P_{ntb} là lực nén trung bình trong công đoạn nén và P_{ct} là lực cắt cần thiết, kết quả thí nghiệm bằng dụng cụ của Reznik cho quan hệ $P_{ntb} = (0,2 \div 0,6).P_{ct}$ (Резник, 1964).



Hình 2. Đồ thị phụ thuộc A_{ct} , P_c theo v

3.5. Ảnh hưởng độ sắc của lưỡi dao

Độ sắc lưỡi dao có ảnh hưởng tới chất lượng bề mặt cắt. Nếu dao cùn quá, bề mặt lát cắt xù xì (không nhẵn) và ngược lại nếu sắc quá thì lưỡi dao sẽ nhanh cùn và cắt kém. Thông thường, độ sắc $s_d = 75 - 85^\circ$ đối với các máy nghiền.

4. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ THÔNG SỐ PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU NÂNG CAO HIỆU SUẤT CỦA MÁY NGHIÊN

Các thiết bị nghiền rác hiện nay chủ yếu nhập ngoại, đang được xử lý rác thải rắn tập trung nên có nhiều bất tiện. Việc nghiên cứu các máy nghiền rác thải xây dựng phục vụ tại chân công trình và tái sử dụng là rất cần thiết. Trong quá trình làm việc phát sinh rất nhiều yếu tố nên chúng ta cần xác định rõ các thông số để phù hợp từng loại máy nhằm nâng cao khả năng mở rộng nghiền các loại vật liệu rắn như bê tông, gạch, ngói, thép lẫn trong bê tông... Các thông số có thể điều chỉnh theo yêu cầu được như kích thước trục, kích thước lưỡi cắt, bộ thông số lưỡi cắt, khoảng cách lưỡi cắt, vận tốc cắt. Để lựa chọn được các giá trị của thông số kỹ thuật, công nghệ cho máy nghiền rác thải rắn cần thực hiện bằng các thực nghiệm trên thiết bị và điều kiện thực tiễn, sau đó so sánh các thông số đầu ra làm cơ sở để so sánh, đưa ra các bộ số tối ưu nhất.

5. KẾT LUẬN

- Đã phân tích được nội dung chính về bản chất của quá trình nghiền rác xây dựng sử dụng lưới cắt là điều kiện bộ lưới cắt, thông số cắt, lực cắt, vận tốc cắt và điều kiện trục chính. Kích thước hạt đầu ra phụ thuộc vào khoảng cách giữa hai lưới cắt liên tiếp nhau;

- Luận giải được các nhân tố chính ảnh hưởng tới hiệu suất nghiền rác của thiết bị như: kích thước đầu vào, đầu ra của vật liệu; ảnh hưởng của trục chính; ảnh hưởng của vận tốc cắt; ảnh hưởng của lưới dao. Từ đó đã khẳng định được việc dùng phương pháp thực nghiệm cho lựa chọn các thông số công nghệ để nâng cao hiệu suất nghiền là đúng đắn.

- Kết quả nghiên cứu có thể cung cấp dữ liệu công nghệ quan trọng cho công tác thiết kế máy nghiền rác thải rắn. ❖

Ngày nhận bài: 23/4/2022

Ngày phản biện: 05/5/2022

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển (1998). *Tính toán và thiết kế hệ dẫn động cơ khí*. NXB. Giáo dục.
- [2]. Nguyễn Đắc Lộc, Lê Văn Tiến, Ninh Đức Tồn, Trần Xuân Việt (1998). *Sổ tay công nghệ chế tạo máy*. NXB. Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
- [3]. Vũ Bá Minh, Hoàng Minh Nam (1998). *Cơ học vật liệu rời*. NXB. Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Văn Phước (2007). *Quản lý và xử lý chất thải rắn*. NXB. Xây dựng.
- [5]. Nguyễn Xuân Nguyên, Trần Quang Huy (2004). *Công nghệ xử lý rác thải và chất thải rắn*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [6]. Trần Hiếu Nhuệ, Ưng Quốc Dũng, Nguyễn Thị Kim Thái (2001). *Quản lý chất thải rắn – Tập 1: Chất thải rắn đô thị*. NXB. Xây dựng.
- [7]. Beidou Xi, Zimin Wei, Hongliang Liu (2005). *Dynamic Simulation for Domestic Solid Waste Composting Processes*. The Journal of American Science, p34-45.
- [8]. B.F.A. Basnayake (2001). *Municipal Solid Waste (MSW) for Organic Agriculture*. Annual Session of the National Agricultural Society of Sri Lanka on “Organic Agriculture: Trends and Challenges and AGM”.
- [9]. R.P. King, *Modeling & Simulation Of Mineral Processing Systems* (2001).