

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ THIẾT BỊ XỬ LÝ RÁC THẢI HỮU CƠ TẠO PHÂN COMPOST CỖ NHỎ

RESEARCH, DESIGN DEVICE OF ORGANIC WASTE TREATMENT TO GENERATE
SMALL COMPOST

Lê Văn Luận, Nguyễn Mạnh Đức, Dương Văn Ngụ, Nguyễn Văn Quân
Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thiết bị xử lý rác thải hữu cơ tạo phân compost cỡ nhỏ. Trên cơ sở phân tích, khảo sát đánh giá tổng quan về công nghệ xử lý rác hữu cơ tạo phân compost, tác giả đã tiến hành xây dựng sơ đồ nguyên lý của thiết bị và tính toán một số kết cấu cơ khí của thiết bị. Từ đó, xây dựng mô hình 3D mô phỏng nguyên lý hoạt động và thiết kế, chế tạo thiết bị. Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho việc chế tạo thiết bị với chi phí giá thành phù hợp cho các nhu cầu của hộ gia đình, tổ chức cơ quan quy mô nhỏ.

Từ khóa: Rác thải; Rác thải hữu cơ; Thiết bị xử lý rác; Phân compost; Xử lý rác hữu cơ.

ABSTRACT

This paper presents the results of research on organic waste treatment equipment to create small-sized compost. On the basis of analysis, survey and overview assessment of organic waste treatment technology to create compost, the author has built a schematic diagram of the device and calculated some mechanical structures of the device. From there, build a 3D model to simulate the operating principle and design and manufacture the device. The research results are the basis for manufacturing equipment at a cost that is suitable for the needs of households, small-scale agencies and organizations.

Keywords: Garbage; Organic waste; Garbage treatment equipment; Compost; Handling organic waste.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rác thải nói chung và rác thải hữu cơ nói riêng cũng như vấn đề xử lý rác thải đang là một trong những nhiệm vụ mang tính thời sự vô cùng nan giải tại nhiều quốc gia trên thế giới. Kinh nghiệm nhiều quốc gia cho thấy, họ đã tận dụng hiệu quả rác thải, biến rác thải thành tài

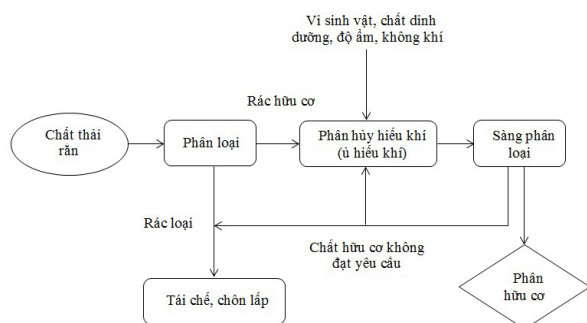
nguyên, mang lại giá trị kinh tế lớn. Hiện nay, một số đơn vị, tổ chức trong nước đang bắt đầu nghiên cứu và ứng dụng công nghệ xử lý rác thải hữu cơ, nhưng ở quy mô vừa và lớn, phục vụ cho các khu công nghiệp, các trang trại, các nhà máy... Một trong những nguồn phát thải rác hữu cơ rất lớn đó là các hộ gia đình, các tổ chức và cơ quan... mà hoàn toàn không được

phân loại, không được xử lý [1, 2, 4, 5]. Vì thế, nghiên cứu thiết kế và chế tạo thiết bị xử lý rác thải hữu cơ tạo phân compost cỡ nhỏ áp dụng cho quy mô gia đình, tổ chức cơ quan nhỏ là vấn đề có ý nghĩa khoa học và thực tiễn rất lớn, vừa giải quyết việc xử lý rác thải ngay tại nguồn, vừa tạo ra được sản phẩm có tính ứng dụng cao trong nông nghiệp, với chi phí hợp lý.

2. NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ THIẾT BỊ XỬ LÝ RÁC THẢI HỮU CƠ TẠO PHÂN COMPOST CỖ NHỎ

2.1. Tổng quan về công nghệ xử lý rác hữu cơ tạo phân compost

Ủ compost được hiểu là quá trình phân hủy sinh học hiếu khí các chất thải hữu cơ để phân hủy sinh học đến trạng thái ổn định dưới sự tác động và kiểm soát của con người, sản phẩm giống như mùn được gọi là compost [5]. Phân compost được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như trồng trọt, cây cảnh, lâm nghiệp, xử lý môi trường... Sơ đồ chung của quá trình ủ hiếu khí rác thải hữu cơ được diễn tả trên hình 1 [1, 2].



Hình 1. Sơ đồ chung của quá trình ủ hiếu khí rác thải hữu cơ

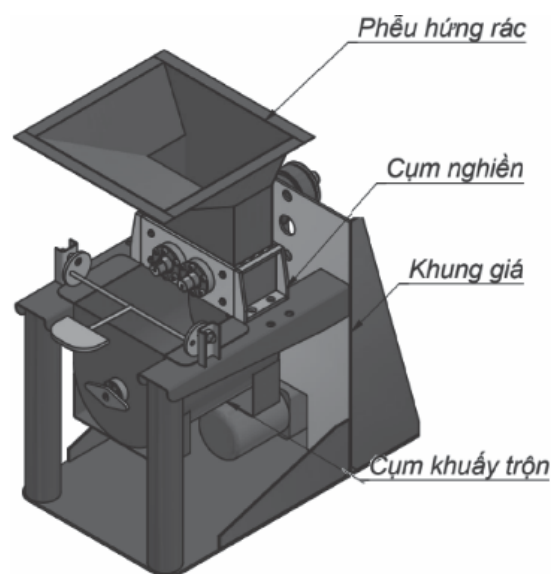
Tất cả các quá trình làm compost đều xảy ra theo ba bước: (1) Xử lý sơ bộ chất thải rắn, (2) Phân hủy hiếu khí phân chất hữu cơ của chất thải rắn và (3) Bổ sung chất cần thiết

để tạo thành sản phẩm có thể tiêu thụ trên thị trường.

2.2. Tính toán các thông số cơ bản của thiết bị xử lý rác tạo phân compost cỡ nhỏ

2.2.1. Xây dựng sơ đồ nguyên lý hoạt động của thiết bị

Rác được gạt trực tiếp từ khu vực chế biến thức ăn, hoặc khu vực dọn rửa sau bữa ăn vào “phễu hứng rác”, sau đó chuyển trực tiếp đến khu vực nghiền. Phễu cần có kết cấu nhỏ dần xuống dưới, để tận dụng trọng lượng của rác, ép chúng vào khu vực nghiền (Hình 2).



Hình 2. Mô hình nguyên lý cấu tạo của thiết bị

Sau khi nghiền, rác đã đạt kích thước yêu cầu sẽ rơi vào cụm khuấy trộn. Tại đây, cơ cấu bơm chất lỏng dạng sương sẽ phun chế phẩm vi sinh Emic vào bề mặt phía trên. Bên trong buồng trộn có cơ cấu quay cho phép đảo, khuấy để vi sinh được trộn đều cụm khuấy trộn có thể tháo rời dễ dàng bằng cụm nối nhanh và khóa tỳ. Cho phép kéo ra ngoài để chuyển số rác đã phun trộn chế phẩm vi sinh đến khu vực ủ.

2.2.2. Tính toán, thiết kế một số kết cấu cơ khí của máy xử lý rác

Tính toán chọn động cơ [3]

Lực cắt thái trên 2 trục nghiền:

$$F = 2.q.L \quad (1)$$

Tính mômen tác dụng lên trục nghiền:

$$M = \frac{F.D}{2} \quad (2)$$

Tốc độ của trục nghiền:

$$n_t = \frac{60000.v}{\pi D} \quad (3)$$

Công suất trục nghiền:

$$N_t = \frac{M.n_t}{9,55.10^3} \quad (4)$$

Công suất của động cơ:

$$N_{dc} = \frac{N_t}{\mu} \quad (5)$$

Xác định các thông số chọn sơ bộ của thiết bị:

- Đường kính dao nghiền: $D = 70$ (mm)
- Vận tốc dao nghiền: $v = 0,1$ (m/s)
- Chiều dài lô dao nghiền: $L = 60$ (mm)
- Lực cắt thái riêng: $q = 60,5$ (N/cm)

Từ các công thức 1÷5, ta tính chọn Motor giảm tốc mini trục thẳng với thông số kỹ thuật như sau: Công suất: 60 W, vận tốc max 1400 v/phút, tỷ số truyền 50.

Tính toán bộ truyền đai

Thông số đầu vào:

- Công suất trên trục chủ động: $N = 60$ (W)

- Tốc độ quay của trục chủ động:

$n = 28$ (vg/ph)

- Tỷ số truyền: $u = 1$

Chọn loại đai và tiết diện đai: Chọn đai răng loại H dựa trên công suất và số vòng quay có thông số như sau: Bước răng: $P = 9.525$; Chiều dày $H_1 = 3.5$; Độ cao $H_2 = 1.9$; Độ rộng $W = 3.2$.

Xác định đường kính bánh đai d_1 , mm

Đường kính bánh đai được xác định theo công thức:

$$d_1 = (3...4)\sqrt[3]{T_1} \quad (6)$$

Lấy theo dãy tiêu chuẩn bảng 2.1 [3], ta chọn được $d_1 = 100$ (mm).

Xác định vận tốc đai v , m/s và kiểm tra vận tốc giới hạn của đai

Từ đường kính bánh đai nhỏ, xác định vận tốc đai theo công thức:

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60000} \quad (7)$$

Vận tốc đai v nhỏ hơn vận tốc cho phép của đai thang thường, do đó loại đai và tiết diện đai đã chọn bảo đảm.

Xác định đường kính bánh đai d_2 :

$$d_2 = d_1.u.(1-\xi) \quad (8)$$

Theo tiêu chuẩn bảng 2.1 [2], ta lấy $d_2 = 100$ (mm).

Tỷ số truyền thực tế của bộ truyền là:

$$u_u = \frac{d_2}{d_1(1-\xi)} \quad (9)$$

Sai lệch tỉ số truyền:

$$\Delta u = \left| \frac{u_u - u}{u} \right| \quad (10)$$

Đảm bảo không vượt quá phạm vi cho phép so với tỉ số truyền đã cho 4%.

Xác định khoảng cách trục sơ bộ:

Khoảng cách trục sơ bộ a có thể được xác định dựa vào tỉ số truyền $u = 1$ và đường kính bánh đai lớn $d_2 = 100$ mm.

$$0,55 \cdot (d_1 + d_2) + h \leq a \leq 2 \cdot (d_1 + d_2) \quad (11)$$

$$\Leftrightarrow 0,55 \cdot (100 + 100) + 10,5 \leq a \leq 2 \cdot (100 + 100)$$

Hay $120,5 \leq a \leq 400$

Chọn sơ bộ $a = 200$ (mm).

Chiều dài tính toán của đai L , mm và khoảng cách chính xác a , mm.

Chiều dài đai được xác định theo khoảng cách trục a , theo công thức:

$$L = 2a + \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_1 + d_2)^2}{4a} \quad (12)$$

Từ (12), theo tiêu chuẩn bảng 2.1 [3], ta chọn được: $L = 750$ (mm).

Tính toán trục nghiên

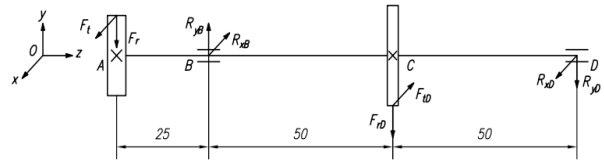
Chọn vật liệu trục là thép 40Cr tôi cải thiện có $\sigma_{ch} = 450 \text{ MPa}$; $\sigma_b = 750 \text{ MPa}$

$$\text{Đường kính trục sơ bộ: } d_{sb} = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau_x]}}$$

Chọn sơ bộ các đường kính: $d_D = 22$ mm; $d_o = 20$ mm; $d_{BD} = 18$ mm.

Sơ đồ tính toán trục: Từ kết cấu trục đã

được phác thảo và các kích thước đã được xác định và các lực, mô men đã có, sơ đồ tính toán trục được thể hiện như hình 3 dưới đây.



Hình 3. Sơ đồ tính toán trục được thể hiện như hình

Mô men xoắn truyền lên trục:

$$T = 45300 \text{ (Nmm)}.$$

Các thành phần lực tác dụng lên trục:

$$F_{rD} = 1208 \text{ (N)}; F_r = 258 \text{ (N)}$$

$$F_t = \frac{2T}{d_{BD}} = \frac{2 \cdot 45300}{18} = 5033 \text{ (N)}$$

$$F_{tD} = \frac{2T}{d_D} = \frac{2 \cdot 45300}{22} = 4118 \text{ (N)}$$

Mômen uốn tổng cộng tại C:

$$M_{uC} = \sqrt{M_{uxC}^2 + M_{uyC}^2} \quad (14)$$

Mô men tương đương tại C:

$$M_{tdB} = \sqrt{M_{uB}^2 + 0,75T_z^2} \quad (15)$$

Đường kính trục tại C:

$$d_C \geq \sqrt[3]{\frac{M_{tdC}}{0,1[\sigma]}} \quad (16)$$

Theo dãy đường kính tiêu chuẩn (bảng 6.6 [3]), lấy: $d_o = 20$ (mm); $d_C = 2$ (mm); $d_B = 20$ (mm).

Tính toán mối ghép then

Theo bảng 6.20 [3], với đường kính

trục $d = 20$ mm, chọn then bằng kiểu I có: $b = 6$ (mm), $h = 6$ (mm), $t_1 = 3,5$ (mm), $t_2 = 2,8$ (mm).

Theo bảng 6.23 [3], với tải va đập nhẹ, mỗi ghép cố định, may σ bằng thép, tra được:

$$[\sigma_d] = 50 (MPa)$$

Chiều dài tính toán của then được xác định theo công thức:

$$l_t \geq \frac{2T}{d(h-t_1)[\sigma_d]}$$

Chọn $l_t = 20$ (mm), do dùng then kiểu I nên chiều dài của then:

$$l = l_t + b = 20 + 6 = 26 (mm)$$

Kiểm tra điều kiện cắt của then: Với tải va đập nhẹ chọn $[\tau_c] = 60 (MPa)$

$$\tau_c = \frac{2T}{d.l_t.b}$$

Vậy, then đã chọn thỏa mãn điều kiện bền.

3. KẾT LUẬN

Trên cơ sở tiến hành khảo sát công nghệ xử lý rác hữu cơ tạo phân compost, tác giả đã thiết lập được nguyên lý làm việc và sử dụng phần mềm tính toán Matcad tiến hành tính toán

các thông số kết cấu của thiết bị xử lý rác theo phương án đã lựa chọn. Từ đó, tiến hành thiết kế, xây dựng mô hình mô phỏng 3D và thiết kế hoàn chỉnh thiết bị xử lý rác cỡ nhỏ tạo phân compost. Kết quả nghiên cứu có thể dùng làm cơ sở cho việc chế tạo thiết bị.

Thiết bị xử lý rác thải hữu cơ tạo phân compost phù hợp với khả năng công nghệ trong nước với chi phí giá thành phù hợp cho các nhu cầu của hộ gia đình. Sử dụng thiết bị xử lý rác hữu cơ trên, đảm bảo xử lý rác thải tại nguồn, vừa đảm bảo vệ sinh môi trường, vừa đem lại hiệu quả tái sử dụng hiệu quả nguồn rác thải. Kết quả tính toán có thể sử dụng để thiết kế, chế tạo và hoàn toàn có thể hoàn thiện để ứng dụng rộng rãi trong thực tế đời sống. ❖

Ngày nhận bài: 06/9/2022

Ngày phản biện: 16/9/2022

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Thị Thu Hà (2000); *Xây dựng mô hình ủ kỵ khí thành phân hữu cơ trong chất thải rắn sinh hoạt*, Tạp chí Môi trường, số 1/2000.
- [2]. Nguyễn Văn Phước (2011); *Quản lý và xử lý chất thải rắn*, NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [3]. Trần Văn Bình (2016); *Hướng dẫn đồ án Chi tiết máy*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4]. <http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=45816#.WBHx8NJ96M8>
- [5]. Organic Composting. (n.d.) Retrieved from. <http://www.recycleworks.org/compost/>

