

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÁY BĂM NGHIÊN CÀNH LÁ, VỎ CÂY SẢN XUẤT COMPOST LÀM GIÁ THỂ ƯƠM CÂY GIỐNG LÂM NGHIỆP

Lê Xuân Phúc¹, Tô Quốc Huy², Phạm Đình Mạnh¹, Cao Chí Công¹

¹*Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng*

²*Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

Từ khóa: Sản phẩm phụ rừng trồng (cành, lá, vỏ cây), máy băm nghiền, phân mùn hữu cơ

Key words: Sub - products of forest trees (branches, leaves and barks), machine for cutting and grinding, compost

TÓM TẮT

Máy băm nghiền cành, lá, vỏ cây rừng trồng làm nguyên liệu sản xuất compost phục vụ ươm cây giống lâm nghiệp được thiết kế, chế tạo với nguyên lý làm việc và kết cấu phù hợp với đặc điểm nguyên liệu và điều kiện sản xuất lâm nghiệp Việt Nam. Máy được tích hợp hai bộ phận băm và nghiền làm việc liên hoàn, vừa có kết cấu gọn nhẹ vừa đáp ứng được yêu cầu chất lượng và giảm chi phí năng lượng. Kết quả khảo nghiệm trong điều kiện sản xuất cho thấy máy làm việc ổn định, năng suất trung bình đạt 1,07 tấn/giờ khi băm nghiền cành lá và 0,76 tấn/giờ khi băm nghiền vỏ cây sau khai thác trong vòng 5 ngày. Các chỉ tiêu năng suất và chất lượng sản phẩm vượt so với yêu cầu, chi phí năng lượng hợp lý. Mẫu máy đáp ứng tốt các yêu cầu cơ giới hoá sản xuất nguyên liệu ủ compost từ cành lá, vỏ cây rừng trồng sau khai thác, góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng sản phẩm rừng trồng,...

An attempt in design and assembly of equipment for cutting and grinding tree branches leaves and barks in production of composts as nursing medium in forest nurseries

The construction and working principles of the machine for cutting and grinding tree branches, leaves and barks were designed to match the material and working practices in Vietnamese forestry production. The machine were incorporated with the continuous cutting and grinding parts, all of them have light and compact construction, assuring high quality and low energy costs. In the preliminary tests, the average output was 1.07 ton per hour for leaves and small branches and 0.76 ton per hour for barks within 5 days post - harvest. The output and product quality index were higher than requirement and energy consumption were kept at reasonable level. The machine can be used effectively in mechanization of compost production after forest harvest, optimizing the usage of forest plantations.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để nâng cao hiệu quả trồng rừng, tăng thu nhập cho người dân và chống thoái hóa đất, việc tận thu sản phẩm phụ rừng trồng sau khai thác (cành lá, vỏ cây) để sản xuất compost, phân hữu cơ tại chỗ là vấn đề cấp thiết hiện nay. Chất mùn hữu cơ là thành phần không thể thiếu trong giá thể ươm cây giống và đất trồng (Ngô Quang Đê, Nguyễn Hữu Vĩnh, 1997). Để sản xuất compost từ sản phẩm phụ rừng trồng, khâu băm nghiền cành lá, vỏ cây rất nặng nhọc, tốn nhiều năng lượng song lại quyết định giá thành sản xuất và rút ngắn thời gian ủ trong khi chưa có máy phù hợp để thực hiện. Do vậy, việc nghiên cứu tạo mới máy băm nghiền cành lá, vỏ cây rất cấp thiết, góp phần tăng giá trị rừng trồng, cơ giới hóa sản xuất và giảm giá thành sản phẩm,..

Bài báo này nêu kết quả chính về nghiên cứu thiết kế, chế tạo, khảo nghiệm máy băm nghiền

cành lá, vỏ cây rừng làm nguyên liệu sản xuất compost để ươm cây giống lâm nghiệp.

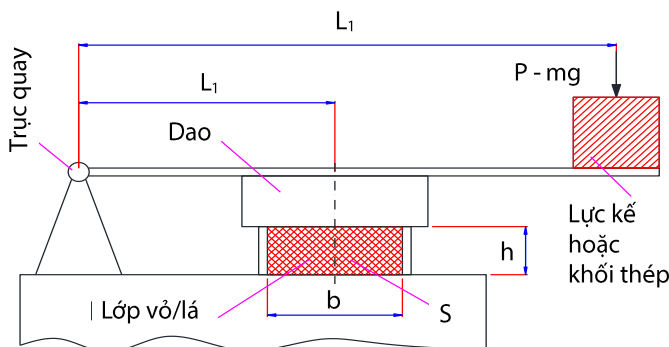
II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu: Cành lá, vỏ cây rừng trồng sau khai thác.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xác định đặc điểm, tính chất cơ lý của cành lá, vỏ cây rừng trồng sau khai thác bằng phương pháp thực nghiệm. Cụ thể:

- Khảo sát, đo đếm xác định đặc điểm, kích thước hình học, khối lượng của cành, lá, vỏ cây rừng keo sau khai thác;
- Sơ đồ thí nghiệm xác định lực cản cắt của cành lá, vỏ cây keo sau khai thác bằng công cụ chuyên dụng (dao cắt có tấm kê) tại hình 1. Xác định lực cản thiết kế cắt cành lá có đường kính $d \leq 30\text{mm}$ và vỏ cây được bóc sau khai thác (2 - 5) ngày với độ dày lớp cắt 10mm.



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm xác định lực cản cắt của cành lá, vỏ cây

1. Tay quay; 2. Dao cắt; 3. Bàn kẹp
4. Cành cây; 5. Trụ quay

Lực cản cắt riêng được tính theo:

$$N_{cr} = m.g. L_1 / (L_2.s) \quad (\text{N/m}^2) \quad (1)$$

m: Khối lượng khối thép đè (kg);

L₁: Khoảng cách từ điểm trọng tâm khối thép đè lên cán dao đến tâm quay của dao (m);

L₂: Khoảng cách từ điểm giữa của tiết diện cắt đến tâm quay của dao (m);

s: Diện tích tiết diện chịu cắt (m²) với

$$s = (b.h), \text{ hoặc } s = (\pi d^2 n) / 4 \quad (2)$$

b: Bề rộng khay xếp vật liệu là lá hoặc bản rộng tấm vỏ cây tươi (m);

h: Độ dày lớp lá hoặc độ dày tấm vỏ cây tươi (m);

d: Đường kính cành gỗ tại vị trí cắt (m);

n: Số cành gỗ nhỏ đồng thời chịu cắt (n = 2).

2.2.2. Sử dụng phương pháp nghiên cứu thiết kế chế tạo máy nông nghiệp để thiết kế, chế tạo máy băm nghiền. cụ thể:

- Lựa chọn nguyên lý làm việc: trên cơ sở kết quả nghiên cứu đặc điểm, tích chất vật liệu băm, nghiền; lý thuyết cắt thái, băm, nghiền các sản phẩm nông lâm nghiệp (Trần Minh Vượng, Nguyễn Thị Minh Thuận, 1999).

- Các thông số kỹ thuật và kết cấu của máy được lựa chọn, tính toán theo lý thuyết tính toán thiết kế máy (Nguyễn Trọng Hiệp, Nguyễn Văn Lãm, 1999): năng suất máy (tấn/giờ), kích thước nguyên liệu sau băm, độ gập nát, đường kính trống băm D (mm), tốc độ dao băm V (m/s), số lượng dao, tốc độ nạp liệu...

- Năng suất băm nghiền của máy Q_{bn} (kg/giờ) được xác định từ yêu cầu nguyên liệu ủ compost cho vườn ươm sản xuất 1,0 triệu cây giống mọc nhanh (Keo, bạch đàn) trong 1 năm, năng suất tối thiểu của máy được tính như sau:

+ Lượng compost cần sản xuất được trong 1 năm (M_c):

$$M_c = \frac{N_c \pi \cdot d^2 \cdot h \cdot \delta \cdot \lambda}{T_h \cdot T_g \cdot T_b \cdot 4 \cdot 10^6} \cdot (1+T_{cb}) \cdot (1+T_{cs}) \cdot \rho_c \text{ (kg/năm)} \quad (3)$$

+ Khối lượng nguyên liệu (cành lá cây keo sau khai thác) cần băm nghiền (M_Σ):

$$M_\Sigma = \frac{M_c}{\xi} \cdot (1 + \mu) \text{ (kg/năm)} \quad (4)$$

+ Năng suất băm nghiền của máy theo giờ (Q_{bn} hoặc Q_h) cần đạt tối thiểu:

$$Q_{bn} = \frac{M_c}{h_N \cdot \xi} \cdot (1 + \mu) \text{ (kg/giờ)} \quad (5)$$

+ Tốc độ cấp liệu dọc trục máy:

$$V_c = Q_{bn} / (3600 \cdot \xi \cdot S_c \cdot q_{cl}) \text{ (m/s)} \quad (6)$$

Trong đó: S_c là tiết diện cửa cấp liệu (m^2), q_{cl} là khối lượng riêng của vật liệu (kg/m^3), ξ là hệ số nạp đầy (%). Ký hiệu các thông số và giá trị chọn tính toán tại bảng 1.

Bảng 1. Các thông số của quá trình sản xuất phục vụ tính toán

TT	Thông số đầu vào	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
1	Lượng cây giống keo, bạch đàn cần sản xuất	N_c	cây/năm	1.000.000
2	Tỷ lệ cây đạt tiêu chuẩn trồng ở giai đoạn huấn luyện	T_h	%	90
3	Tỷ lệ hom ra rễ đạt tiêu chuẩn ở giai đoạn giâm hom	T_g	%	90
4	Tỷ lệ bầu ươm không bị hư hỏng ở giai đoạn đóng bầu	T_b	%	95
5	Thời gian làm việc của máy băm nghiền với: * 3 tháng khai thác rừng * 26 ngày hoạt động/tháng * 7 giờ làm việc/ngày	h_N	giờ/năm	525
6	Đường kính bầu ươm	d	cm	5
7	Chiều cao bầu ươm	h	cm	10,5
8	Tỷ lệ compost trung bình trong hỗn hợp ruột bầu	δ	%	40
9	Hệ số nén chặt hỗn hợp trong vỏ bầu	λ		1,25
10	Hệ số hao tổn vật liệu (đất, compost) khi đóng bầu	T_{cb}	%	5
11	Tỷ lệ tạp chất loại bỏ sau khâu nghiền sàng compost	T_{cs}	%	8
12	Khối lượng riêng TB của compost ở độ ẩm 40% (khi đóng bầu)	ρ_c	kg/m^3	370
13	Tỷ lệ khối lượng thành phẩm khi ủ compost từ cành lá cây (1 tấn ủ thành 0,9 tấn phân)	ξ	%	0,6
14	Tỷ lệ hao hụt khối lượng cành lá sau khi băm nghiền không được ủ compost	μ	%	0,05
15	Tiết diện cửa cấp liệu (= bề rộng × chiều cao cửa)	S_c	m^2	
16	Hệ số nạp đầy tiết diện cửa cấp liệu	ξ		0,7 ÷ 0,8
17	Khối lượng riêng của bó cành lá cây cấp vào máy	q_{cl}	kg/m^3	125 ÷ 135
18	Khối lượng riêng của bó vỏ cây cấp vào máy	q_v	kg/m^3	330 ÷ 350

- Xác định vận tốc của đĩa dao băm:

$$n_{bn} = 60.V/L_c.n_d \text{ (vòng/phút)} \quad (7)$$

Trong đó: L_c là chiều dài vật liệu sau băm, $L_c \leq 0,08m$, n_d là số dao trên đĩa băm.

- Sử dụng phần mềm Autodesk Inventor trong tính toán, thiết kế và kiểm tra

2.2.3. Khảo nghiệm xác định các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của máy

- Thử nghiệm xác định độ ổn định của máy trong điều kiện không tải và non tải;

- Khảo nghiệm xác định khả năng làm việc của máy với các loại vật liệu khác nhau:

Loại cành lá có đường kính thân cành lớn nhất 2; 2,5; 3,0; 3,5cm, sau khi chặt hạ từ 3 ÷ 10 ngày; cấp liệu đủ tải.

Vỏ thân cây keo 7 tuổi, sau khi chặt hạ 3 ÷ 10 ngày; với các mức độ dày lớp vỏ cây cấp liệu là 3, 4, 5, 6cm.

Cành lá, vỏ cây sau khi chặt hạ để trong điều kiện tự nhiên 5, 10, 15, 20 ngày để xác định khả năng băm nghiền của máy với độ khô tới hạn của vật liệu.

- Xác định chỉ số đánh giá chất lượng sản phẩm sau khi băm nghiền: chất lượng sản phẩm sau băm nghiền được đặc trưng bởi 2 thông số:

+ Tỷ lệ tạp chất lớn T_c (%) là tỷ lệ giữa khối lượng nguyên liệu sau băm nghiền có kích thước quá lớn (dài trên 80mm và rộng trên 20mm) và tổng khối lượng nguyên liệu sau khi

$$h_T = [T_o - (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7)/60]/T_o \quad (8)$$

Trong đó: T_1 là thời gian chuẩn bị máy; T_2 là thời gian chăm sóc kỹ thuật hàng ngày; T_3 là thời gian ngừng nghỉ giải lao; T_4 là thời gian dừng máy để kiểm tra tình trạng kỹ thuật; T_5 là thời gian dừng máy để khắc phục các sự cố

băm nghiền. Tỷ lệ này ảnh hưởng đến thời gian và tốc độ phân hủy tạo compost.

+ Độ mùn d_M (%) là tỷ số giữa lượng nguyên liệu bị nghiền nhỏ quá mức cần thiết (dưới 5mm) so với tổng lượng nguyên liệu sau khi băm nghiền. Tỷ lệ này càng lớn, máy càng tiêu tốn năng lượng và hao phí nguyên liệu.

Yêu cầu đặt ra: $T_c < 20\%$ và $d_M \leq 10\%$

Các bước thực hiện: Cấp liệu cành lá liên tục và đều cho máy hoạt động, khi quá trình băm nghiền ổn định bắt đầu thu mẫu ngẫu nhiên 3 lần, mỗi lần 5kg. Sàng phân loại xác định tỷ lệ % sản phẩm không đạt yêu cầu T_c và d_M .

- Xác định chỉ số tự vun đống: Chỉ số vun đống của máy đánh giá khả năng tự tạo đống sản phẩm sau khi máy phun ra mà không cần phải mất công cào, thu gom xúc và đổ thành đống. Chỉ số vun đống được đặc trưng bởi 2 thông số: Chiều cao của đỉnh quỹ đạo của dòng vật liệu từ máy phun ra H_o (m); khoảng cách từ đỉnh quỹ đạo của dòng vật liệu đến máy theo phương ngang L_o (m).

Phương pháp thực hiện: cho máy làm việc ở tốc độ đảm bảo năng suất định mức và chất lượng theo yêu cầu. Che gió thổi và dùng thước đo cao, thước đo dài để xác định H_o , L_o .

- Xác định thời gian làm việc hiệu dụng và năng suất băm nghiền theo ngày:

- Đo chi phí thời gian (tính bằng phút) để thực hiện các công việc sau trong mỗi ngày, hệ số thời gian làm việc hiệu dụng của máy được tính theo công thức:

trong quá trình hoạt động; T_6 là thời gian chạy “rà hỗn hợp” tính từ lúc bắt đầu máy hoạt động đến khi làm việc ổn định đảm bảo đạt năng suất định mức và yêu cầu kỹ thuật; T_7 là thời gian “xả rác” từ lúc kết thúc cấp nguyên

liệu đến khi ngừng máy; T_o là thời gian làm việc trong ngày (giờ).

Năng suất băm nghiền tính theo ngày theo công thức:

$$Q_n = Q_h \cdot h_T \cdot T_o = Q_{bn} \cdot h_T \cdot T_o \text{ (kg/ngày)} \quad (9)$$

- Xác định các chỉ tiêu kỹ thuật khác:

+ Đo chi phí công suất tiêu thụ điện cực đại N_{max} (kW) và trung bình N_{TB} (kW) của động cơ điện bằng máy đo kỹ thuật số Flucker;

+ Đo cường độ dòng điện của 3 pha khi máy có tải tối đa bằng Ampe kim;

+ Đo độ ồn của máy (dBA) bằng máy đo ồn kỹ thuật số PCE - 322A - UK. Đặt cảm biến hướng phía bộ phận làm việc với khoảng cách 1m (trung đường với khoảng cách đến tai của người nạp liệu). Tiến hành ghi các giá trị đo khi tải lớn nhất và tải ổn định;

+ Đo độ rung động của khung máy bằng đồng hồ so hoặc cảm biến đo chuyển vị liên kết với thiết bị đo đa kênh Spide.8. Cảm biến đo rung động được đặt trên khung máy tại vị trí ngang

tâm trục để xác định chuyển vị ngang (tính bằng milimet).

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đặc điểm hình học, tính chất cơ lý của cành lá, vỏ cây keo lai

- Đặc điểm hình học:

Ở độ tuổi khai thác, mỗi cây có 3 ÷ 5 cành cấp 1, có đường kính gốc cành trung bình từ 3 ÷ 5cm và 40 ÷ 50 cành cấp 2 có đường kính gốc cành từ 1,5 ÷ 3cm, phân bố đều dọc theo chiều cao cây và rất nhiều cành cấp 3 (cành nhánh) có đường kính 1 ÷ 1,5cm. Chiều dài cành cấp 1 khoảng 2,5 ÷ 3,5m, chiều rộng tán lá (độ xòe) của toàn cụm cành cấp 1, 2 và 3 đến 1,4m. Chiều dài cành cấp 2 khoảng 1,2m, độ xòe xương cành lá khoảng 0,6 ÷ 0,8m. Chiều dài cành cấp 3 khoảng 0,6 ÷ 0,8m, độ xòe khoảng 0,3 ÷ 0,5m.

Sự tương quan giữa đường kính gốc cành, khối lượng toàn bộ của cành và khối lượng lá, tỷ lệ khối lượng lá trên khối lượng toàn bộ của cành được cho trong bảng 2.

Bảng 2. Tương quan về khối lượng lá và khối lượng thân trên cành cây keo lai

Đường kính cành (*), (cm)	Khối lượng lá tươi, (kg)	Khối lượng cành, (kg)	Khối lượng toàn cành, (kg)	Tỷ lệ lá/toàn cành **, (%)
3 - 5 (cấp 1)	3,5	2,6	6,1	57,3
2 - 3 (cấp 2)	2,6	1,0	3,6	72,2
1 - 2 (cấp 3)	0,9	0,3	1,2	75,0

Ghi chú: (*) Đường kính cành ở vị trí cắt sát thân (đường kính gốc cành)

(**) Tỷ lệ khối lượng lá tươi/khối lượng toàn bộ của cành

Khi gỗ mới được chặt hạ trong vòng 5 ngày, vỏ cây keo lai rất dễ bóc khỏi thân gỗ bằng thủ công. Tầm vỏ có chiều dày từ 3 ÷ 12mm, rộng từ 15 ÷ 60mm và dài từ 0,5 ÷ 3m tùy thuộc chiều dài khúc gỗ, độ tươi khi bóc, trình độ và cách bóc tước của người công nhân.

Khối lượng riêng của cành lá ở trạng thái xếp đồng tự nhiên, $q_{cl} = 125 \div 135 \text{ kg/m}^3$.

Khối lượng riêng của vỏ cây ở trạng thái xếp đồng tự nhiên $q_v = 330 \div 350 \text{ kg/m}^3$.

- Tính chất cơ lý của cành lá, vỏ cây keo lai:

Vỏ cây keo lai tươi có độ ẩm cao, bền theo chiều dọc thớ nhưng dễ tách theo chiều ngang. Nếu sau khi khai thác, khúc gỗ không được bảo quản tốt trong bóng râm và phun nước giữ ẩm, chỉ sau 5 ngày rất khó bóc vỏ khỏi khúc gỗ, thường bị xé rách đứt vụn và vỏ cây dai hơn, rất khó băm cắt song dễ bị xé tơi vụn thành xơ dài. Cành gỗ mềm và giòn dễ băm chặt đứt; lá cây có độ ẩm rất cao và dễ bị xé vụn dọc thớ và ngang thớ.

Kết quả xác định lực cản cắt trung bình của cành lá, vỏ cây được ghi trong bảng 2.

Nhận xét: Cành lá cây rừng trồng không đồng nhất về kích thước, khối lượng riêng, là khối nguyên liệu không gọn có độ ẩm lớn và lực cản cắt biến động khá lớn.

Vỏ cây rừng trồng (các loài keo) sau khai thác là loại vật liệu hữu cơ nhiều xơ sợi, độ mềm dẻo và dai cao, độ ẩm lớn, tính chất cơ lý phức tạp biến động lớn theo độ ẩm.

Với các đặc điểm này đòi hỏi máy băm nghiền phải có kết cấu và tính năng kỹ thuật phù hợp, đặc biệt với các bộ phận làm việc.

Bảng 3. Lực cản cắt trung bình của cành lá, vỏ cây keo lai sau khai thác

Tt	Thí nghiệm	Lực cản cắt (N/cm ²)	Ghi chú
1	Lớp lá cây dày 1cm	5,5 - 6,5	
2	Lớp hỗn hợp lá tươi + cành cấp 3 (d ₃)	7 - 9,5	
3	Lớp vỏ cây tươi	10,5 - 12,0	
4	Cành gỗ cấp 2 (d ₂)	14,5 - 18	

3.2. Cấu tạo và tính năng kỹ thuật của máy băm nghiền

a. Các thông số yêu cầu chính của máy:

Năng suất băm nghiền từ 0,7 ÷ 1,0 tấn/giờ, kích thước nguyên liệu sau băm từ 5 ÷ 8cm, độ giập nát sau nghiền đạt trên 80%, độ rung ồn trong giới hạn theo tiêu chuẩn, quy chuẩn Việt Nam (Quy chuẩn Việt Nam, 2010; Tiêu chuẩn Việt Nam, 1999): dưới 70 dBA.

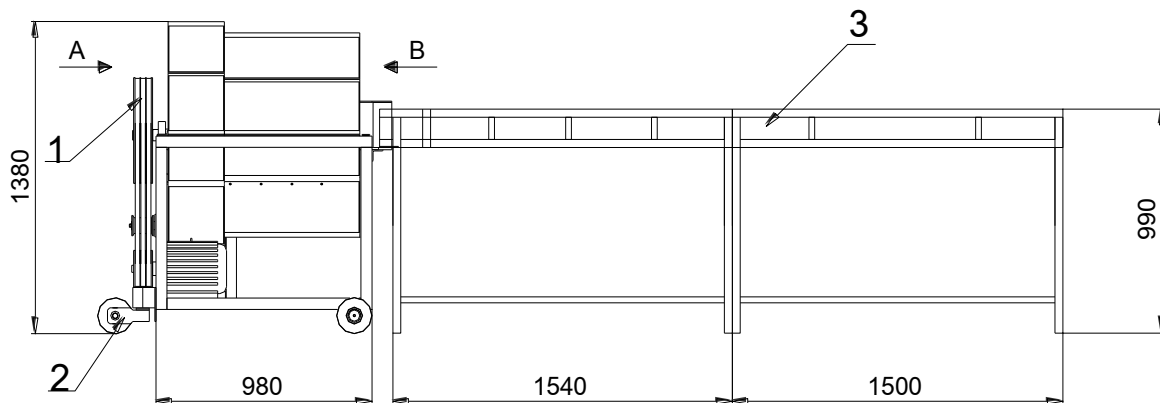
b. Kết cấu cơ bản và nguyên lý làm việc

Để đảm bảo yêu cầu chất lượng nguyên liệu cũng như hiệu quả làm việc, máy được tích hợp liên hoàn 02 bộ phận làm việc chính (bộ

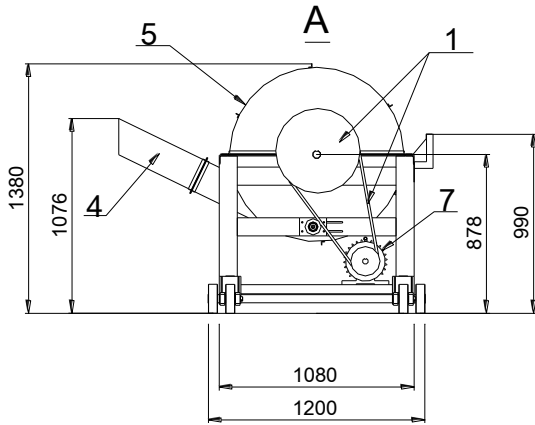
phần băm và bộ phận nghiền), nguyên liệu sau khi băm sẽ được chuyển trực tiếp qua bộ phận nghiền.

Bộ phận băm được lựa chọn kiểu dao thẳng chuyển động quay trên mặt phẳng vuông góc với trục quay, làm việc theo nguyên lý cắt trượt có tấm kê một bên, các dao băm được lắp nghiêng 35° ÷ 40° trên đĩa so với phương đường kính đĩa (hình 3a), nguyên liệu được cấp song song với trục đĩa.

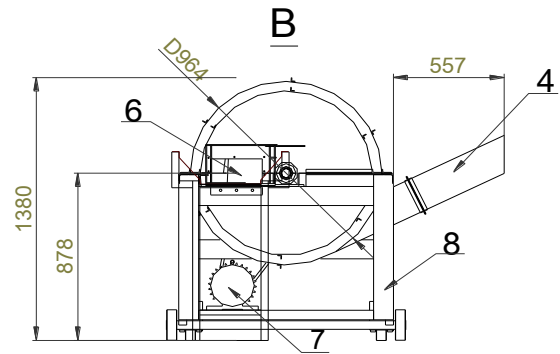
Bộ phận nghiền dạng trống, làm việc theo nguyên lý va đập và cắt có tấm kê 2 bên. Các dao nghiền động được lắp trên trống quay và dao nghiền tĩnh lắp trên vỏ trống.



Hình 2a. Mặt bên (mặt đứng) liên hợp máy băm nghiền + máng cấp liệu)



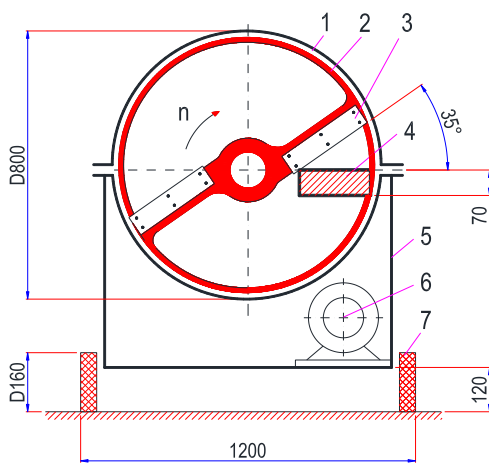
Hình 2b. Mặt trước máy băm nghiền



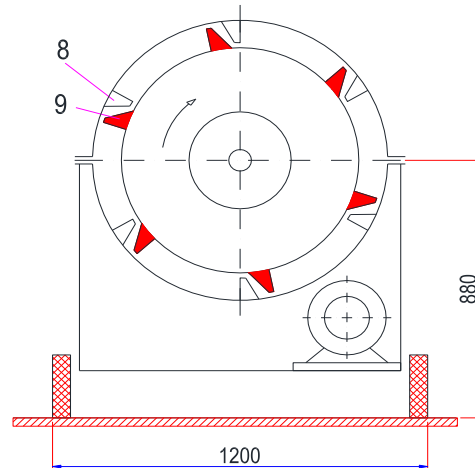
Hình 2c. Mặt sau máy băm nghiền

Đĩa dao băm và trống dao nghiền được có cùng một trục nằm ngang. Truyền động cho trục từ động cơ điện qua bộ truyền đai. Máng cấp liệu được chế tạo rời và lắp vào cửa cấp liệu của bộ phận băm (hình 3a). Máy còn được lắp hệ thống bánh xe và thanh kéo, để di chuyển khi tác nghiệp. Kết cấu cơ bản của máy được trình bày trên hình 2a, 2b, 2c, hình 3a, 3b và 3c:

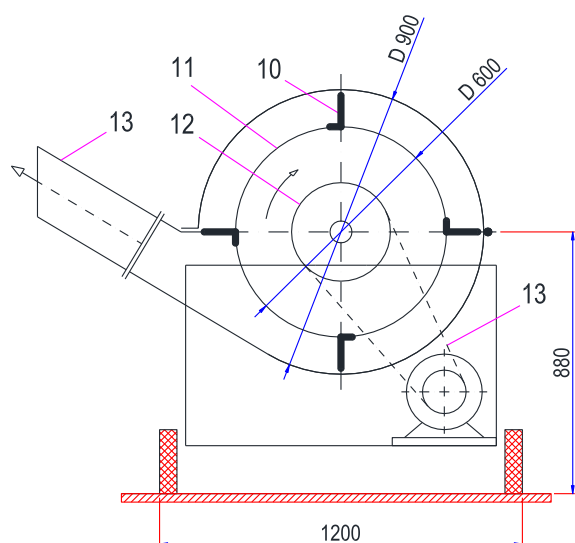
Nguyên liệu cành lá, vỏ cây,.. được nạp qua máng cấp liệu và đẩy vào bộ phận băm, sau khi băm nguyên liệu được đẩy sang buồng nghiền rồi nhờ tác động của dao nghiền động và lực hút của dòng khí tạo bởi các cánh quạt lắp trên trống nghiền làm chúng được đẩy sang buồng quạt. Kết thúc hành trình nghiền, nguyên liệu được hút ra ngoài qua cửa thoát liệu.



Hình 3a. Mặt cắt ngang bộ phận băm



Hình 3b. Mặt cắt ngang bộ phận nghiền



Ghi chú:

1. Vỏ máy (vỏ buồng băm nghiền)
2. Mâm đĩa của dao băm
3. Dao băm
4. Cửa họng cấp liệu và tấm kê
5. Khung máy
6. Động cơ điện
7. Bánh xe
8. Dao nghiền tĩnh
9. Dao nghiền động
10. Cánh hất nguyên liệu ra ngoài
11. Mặt trống dao nghiền
12. Bộ truyền đai thang
13. Ống thổi nguyên liệu sau băm nghiền ra ngoài

Hình 3c. Mặt cắt ngang bộ phận quạt

c. Các thông số kỹ thuật chủ yếu của máy băm nghiền:

* Năng suất băm nghiền

Với giá trị các thông số ở trên và từ các công thức (3, 4, 5, 6, 7) tính được:

- Lượng compost cần sản xuất được:

$$M_c = 56.200 \text{ (kg/năm)},$$

- Khối lượng cành lá cây keo cần băm nghiền
 $M_\Sigma = 98.350 \text{ (kg/năm)}$

- Năng suất băm nghiền của máy cần đạt:

$$Q_{bn} = 187,3 \text{ (kg/giờ)}$$

- Tốc độ cấp liệu tối thiểu:

$$V_c = 0,035 \text{ (m/s)}$$

* Các thông số hình học và thông số kết cấu chủ yếu (bảng 4).

Bảng 4. Các thông số hình học và thông số kết cấu

Tt	Thông số	Đơn vị	Giá trị
	<i>Thông số hình học cơ bản</i>		
1	Đường kính buồng băm và nghiền (mặt trong vỏ máy)	mm	800
2	Đường kính đĩa dao băm (bằng đường đỉnh dao nghiền động) D_o	mm	780
3	Đường kính mặt trống dao nghiền (chân dao nghiền động) D_b	mm	600
4	Đường kính vỏ buồng quạt hất (quạt ly tâm)	mm	900
5	Chiều rộng cửa họng cấp nguyên liệu: B_c	mm	260
6	Chiều cao găm khung máy (bán kính việt dã): H_v	mm	120
7	Chiều cao họng cấp liệu (từ mặt máng cấp liệu đến tâm trục máy) H_c	mm	70
8	Chiều rộng/dài/cao của máy (không kể máng cấp liệu)	m	1,2/1,3/1,4
9	Chiều cao mặt máng cấp liệu so với nền sân (bằng chiều cao mặt đáy cửa họng cấp liệu): H_m	m	0,85
10	Chiều dài máng cấp liệu	m	3
11	Chiều rộng lòng máng	m	0,3
12	Chiều rộng miệng máng	m	0,5

Tt	Thông số	Đơn vị	Giá trị
	<i>Số lượng bộ phận làm việc và các thông số động học</i>		
1	Số thanh dao nghiền động	chiếc	6
2	Số thanh dao nghiền tĩnh	chiếc	6
3	Số cánh quạt ly tâm	chiếc	6
4	Số dao băm (n_d)	chiếc	2
5	Góc nghiêng của dao so với phương hướng kính (γ)	độ	35 - 45
6	Khe hở giữa cạnh dao băm và tấm kê	mm	0,2 - 0,5
7	Tốc độ trống dao băm nghiền thích hợp (n_{bn})	vg/phút	660
8	Vận tốc cắt của dao băm (tương ứng với vị trí cắt dọc theo bề rộng cửa họng cấp liệu): $V_{C_{min}} \rightarrow V_{C_{max}}$	m/s	9 - 27
	<i>Nguồn động lực và bộ truyền động</i>		
1	Loại động cơ điện (3p/380/7,5 kW không đồng bộ): 1 chiếc	kW	7,5
2	Tốc độ động cơ điện (n_{dc})	vg/phút	1450
3	Tỷ số bộ truyền đai thang (i)		2,2
4	Tốc độ trống băm khi thử nghiệm máy (điều chỉnh 4 cấp tốc độ bằng puly chủ động)	vòng /phút	520, 580, 660, 725

Mẫu máy đã được chế tạo, cải tiến bổ sung đưa vào thử nghiệm ở hình 4, 5.



Hình 4. Thử nghiệm mẫu 2 máy băm nghiền cành lá vỏ cây tại xưởng chế tạo



Hình 5. Máy băm nghiền cành lá vỏ cây rừng sau khi cải tiến hoàn thiện

3.3. Kết quả khảo nghiệm máy

* Kết quả thử nghiệm độ ổn định của máy trong điều kiện không tải, non tải tại bảng 4

- Ở cấp tốc độ 725 vòng/phút, độ rung và ồn của máy rất cao, lực văng ly tâm lớn nên dễ làm nới lỏng các mối ghép bu lông và phá nứt mối hàn do đó dễ gây nguy hiểm.

- Ở các cấp tốc độ thấp hơn 660 và 580 vòng/phút, máy ít rung ồn, quá trình cắt vật liệu tốt, đứt thành đoạn, sản phẩm sau băm nghiền đạt yêu cầu. Ở tốc độ 660 vòng/phút, quá trình cắt êm hơn, vỏ cây và cành lá bị cắt đứt rõ nét hơn, không có hiện tượng xé đứt.

- Ở cấp tốc độ 520 vòng/phút, máy ít rung ồn nhưng quá trình cắt vật liệu không triệt để, vỏ

cây đã bị khô héo thường chỉ xơ nát và bị kéo đứt thành dải, quấn kẹt vào trục máy.

Như vậy nên chọn tốc độ làm việc của trống băm nghiền (n_{bn}) từ **580 - 660 vòng/phút**

Bảng 5. Kết quả chạy thử không tải và non tải

Chế độ thử/tốc độ trống dao n_{bn}	Chất lượng băm thử cành lá	Độ ồn (dBA)	Độ rung theo phương ngang (mm)	Đánh giá sơ bộ
Không tải				
580 vg/phút		27 - 27,5	1,5 - 2	Rung ồn ít
660 vg/phút		28 - 29	2 - 2,5	Rung ồn ít
725 vg/phút		29 - 30	3 - 3,5	Rung, ồn cao
50 - 60% tải				
520 vg/phút	Không cắt hết	30,5 - 32	1,5 - 2,5	Rung ồn ít
580 vg/phút	Cắt hết	31 - 33	2 - 2,5	Rung ồn ít
660 vg/phút	Cắt hết	33 - 35	2,5 - 3,5	Rung ồn ít
725 vg/phút	Cắt hết	42 - 45	5,5 - 7,0	Độ rung ồn cao

* Kết quả khảo nghiệm với các loại vật liệu cành lá, vỏ cây và mức độ cấp liệu khác nhau được ghi trong bảng 6.

Bảng 6. Kết quả khảo nghiệm với các loại và mức độ vật liệu ($n_{bn} = 660$ vòng phút)

Tt	Loại vật liệu,	Độ ồn (dBA)	Độ rung (mm)	Trạng thái hoạt động của máy
	Lớp vỏ cây			
1	3cm × 30cm	33 - 33,5	< 2	Cắt hết, êm, tốc độ ổn định
2	4cm × 30cm	36 - 38	2 - 3,0	Cắt hết, ít rung ồn, tốc độ biến động ít
3	5cm × 30cm	42 - 45	3,5 - 4,5	Không cắt hết, tạo xơ dài Rung, tốc độ biến động nhiều
4	6cm × 30cm	46 - 49	5,0 - 5,5	Không cắt hết, tạo nhiều xơ dài rung mạnh, va đập, tốc độ giảm thấp
	Cành lá			
1	Đường kính 2cm	32 - 35	2 - 2,5	Cắt hết, êm, tốc độ ổn định
2	Đường kính 3cm	36 - 38	2,5 - 3,5	Cắt hết, rung, tốc độ tương đối ổn định
3	Đường kính 4cm	38 - 43	4,0 - 5,5	Va đập mạnh, rung, tốc độ biến động nhiều
4	Đường kính 5cm	48 - 55	6,0 - 7,5	Rung và va đập rất mạnh, tốc độ giảm thấp

Kết quả cho thấy, máy làm việc có hiệu quả với vật liệu cành lá cây có đường kính cành ≤ 3 cm; với vật liệu là vỏ cây có độ dày và rộng lớp cắt ≤ 4 cm × 30cm.

* Kết quả khảo nghiệm với vật liệu có mức độ khô khác nhau (cành lá, vỏ cây để trong điều kiện tự nhiên sau khai thác 5, 10, 15, 20 ngày) được ghi trong bảng 7.

Đối với vật liệu cành lá sau khai thác để trong điều kiện tự nhiên đến 10 ngày tỷ lệ cắt đứt của bộ phận băm đạt trên 85%, máy làm việc ổn định. Đối với vật liệu sau khai thác trên 15 ngày tỷ lệ cắt đứt thấp, độ rung và ồn lớn, máy làm việc không ổn định. Kết quả này cho thấy, máy chỉ có thể băm nghiền đạt hiệu quả cao với vật liệu cành lá, vỏ cây để trong điều kiện tự nhiên sau khai thác tối đa đến 10 ngày.

Bảng 7. Kết quả khảo nghiệm băm nghiền vật liệu có thời gian bảo quản sau khai thác khác nhau

TT	Loại vật liệu, tốc độ máy	Tỷ lệ cắt đứt (%)	Độ ồn (dBA)	Độ rung (mm)	Đánh giá
Băm vỏ cây, $n_{bn} = 660$ vg/phút					
1	Sau chặt hạ 5 ngày	> 86	33 - 34,5	< 2	Đạt yêu cầu
2	Sau chặt hạ 10 ngày	80 - 85	35 - 37	2 - 3,5	Chấp nhận
3	Sau chặt hạ 15 ngày	72 - 78	38 - 40,5	3,5 - 4,5	Không đạt
4	Sau chặt hạ 20 ngày	< 70	40 - 43	4,5 - 5,5	Không đạt
Băm cành lá cây, $n_{bn} = 660$ vòng/phút					
1	Sau chặt hạ 5 ngày	> 95	33 - 35	2 - 3	Đạt yêu cầu
2	Sau chặt hạ 10 ngày	90 - 94	35 - 37,5	2,5 - 4,0	Đạt yêu cầu
3	Sau chặt hạ 15 ngày	80 - 88	38,5 - 41	4,5 - 5,5	Không đạt
4	Sau chặt hạ 20 ngày	< 80	41 - 44	5 - 6,5	Không đạt

* Kết quả khảo nghiệm xác định năng suất và chất lượng băm nghiền của máy ở bảng 8.

Bảng 8. Kết quả khảo nghiệm xác định năng suất băm nghiền và chất lượng băm nghiền ở 02 cấp tốc độ n_{bn} với cành lá, vỏ cây sau khai thác 3, 5, 10 ngày

Tt	Loại vật liệu	Đ.vị	Vỏ cây				Cành lá		
Tốc độ trồng băm nghiền $n_{bn} = 580$ vòng/phút									
1	Sau chặt hạ	ngày	3 ngày	5 ngày	10 ngày	3 ngày	5 ngày	10 ngày	
2	Thời gian thu mẫu	phút	3	3	3	3	3	3	
3	Số lượng mẫu thu	mẫu	3	3	3	3	3	3	
	Lần thử 1	kg	40	35	24	58	50	35	
	Lần thử 2	kg	37	33	23	52	48	38	
	Lần thử 3	kg	37	31	18	54	46	32	
	Năng suất TB Q_{bn}	kg/giờ	760	660	433	1.093	960	700	
		tấn/giờ	0,76	0,66	0,43	1,09	0,96	0,70	
5	Tạp chất lớn T_c	%	10	11	8	8	10	14	
6	Độ mùn d_M	(%)	6	9	17	4	7	9	
7	Biến động tốc độ động cơ		Ổn định	Ít	Rất nhiều	Ổn định	Ổn định	Ít	
8	Công suất động cơ	W	4200	4300	4600	4200	4500	4800	
	Đánh giá		Đạt	Không đạt	Không đạt	Đạt	Đạt	Đạt	
Tốc độ trồng băm nghiền $n_{bn} = 660$ vòng/phút									
1	Sau chặt hạ	ngày	3 ngày	5 ngày	10 ngày	3 ngày	5 ngày	10 ngày	
2	Thời gian thu mẫu	phút	3	3	3	3	3	3	
3	Số lượng mẫu thu	mẫu	3	3	3	3	3	3	
	Lần thử 1	kg	38	36	28	60	57	43	
	Lần thử 2	kg	40	37	25	58	53	40	
	Lần thử 3	kg	42	35	23	55	50	34	
	Năng suất TB Q_{bn}	kg/giờ	800	720	507	1.153	1.067	780	
		tấn/giờ	0,80	0,72	0,51	1,15	1,07	0,78	
5	Tạp chất lớn T_c	%	9	8	6	8	10	14	
6	Độ mùn d_M	%	3	6	14	4	7	9	
7	Biến động tốc độ động cơ		Ổn định	Ít	Nhiều	Ổn định	Ổn định	Ít	
8	Công suất động cơ	W	4600	4900	5200	4600	5000	5400	
	Đánh giá		Đạt	Đạt	Không đạt	Đạt	Đạt	Đạt	

Khi máy làm việc với tốc độ $n_{bn} = 580$ vòng/phút năng suất và chất lượng sản phẩm đạt thấp hơn so với chế độ $n_{bn} = 660$ vòng/phút, tuy nhiên công suất tiêu thụ cũng thấp hơn. Năng suất và chất lượng sản phẩm đối với 2 chế độ tốc độ đều đạt yêu cầu, trừ vật liệu là vỏ cây sau khai thác chặt hạ 5 - 10 ngày. Kết quả này cũng cho thấy, vật liệu càng tươi (thời gian lưu giữ sau khai thác ngắn) năng suất, chất lượng sản phẩm băm nghiền càng cao, chi phí năng lượng băm nghiền càng thấp. Đối với vật liệu là vỏ cây nên sử dụng tốc độ $n_{bn} = 660$ vòng/phút và cần băm nghiền ngay, nếu để quá 5 ngày sau khai thác năng suất, chất lượng không đảm bảo, chi phí năng lượng tăng.

* Kết quả xác định chỉ số tự vun đống: đối với vật liệu băm là cành lá cây $H_o = 2,2m$, $L_o = 3m$; Đối với vật liệu băm là vỏ cây: $H_o = 1,8m$, $L_o = 2,5m$.

Kết quả khảo nghiệm máy với các chế độ làm việc khác nhau về mức tải, cấp tốc độ và các loại vật liệu đã cho thấy, mẫu máy được chế tạo làm việc ổn định, các chỉ tiêu năng suất, chất lượng sản phẩm và năng lượng tiêu thụ đạt và vượt so với yêu cầu.

* Máy hoạt động ổn định và chắc chắn, năng suất, chất lượng sản phẩm đạt tốt nhất ở chế độ

tốc $n_{bn} = 660$ vòng/phút, hệ số thời gian làm việc hiệu dụng cao $h_T \geq 0,85$. Ngoài ra máy còn có khả năng di chuyển cơ động nhờ hệ thống bánh xe và tay kéo, rất thuận tiện trong quá trình tác nghiệp.

IV. KẾT LUẬN

1. Máy băm nghiền cành lá, vỏ cây rừng trồng sau khai thác được thiết kế, chế tạo có tính năng kỹ thuật phù hợp với điều kiện sản xuất ở Việt Nam. Việc tích hợp hai bộ phận băm, nghiền trên cùng một trục trồng làm việc liên hoàn đã thu gọn được kết cấu, nâng cao hiệu quả làm việc.

2. Kết quả khảo nghiệm cho thấy, máy làm việc có năng suất, chất lượng cao, chi phí năng lượng thấp, hoàn toàn đáp ứng yêu cầu sản xuất compost, phân hữu cơ từ cành lá, vỏ cây rừng trồng sau khai thác.

3. Kết cấu máy đơn giản thuận tiện trong sử dụng và hoàn toàn có thể chế tạo được ở trong nước với giá thành thấp.

V. KHUYẾN NGHỊ

Có thể nghiên cứu thay thế động cơ điện bằng động cơ đốt trong hoặc liên hợp với máy kéo bánh hơi, để sử dụng máy băm nghiền cành lá, thực bì, vỏ cây làm phân hữu cơ, compost tại hiện trường khai thác rừng trồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Quang Đê, Nguyễn Hữu Vĩnh, 1997. Giáo trình trồng rừng. Trường Đại học Lâm nghiệp, NXB Nông nghiệp Hà Nội.
2. Nguyễn Trọng Hiệp, Nguyễn Văn Lắm, 1999. Thiết kế chi tiết máy. NXB Giáo dục Hà Nội.
3. Trần Minh Vượng, Nguyễn Thị Minh Thuận, 1999. Máy phục vụ chăn nuôi, NXB Giáo dục Hà Nội.
4. Phạm Xuân Vượng, 1999. Máy thu hoạch (trong) nông nghiệp, NXB Giáo dục Hà Nội.
5. Quy chuẩn Việt Nam về tiếng ồn QCVN 26:2010/BTNMT
6. Tiêu chuẩn Việt Nam về độ rung ồn TCVN 3985:1999

Người thẩm định: TS. Đoàn Văn Thu