

MỘT SỐ VẤN ĐỀ KHI THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÁY TRỘN CÂY NGÔ SAU BẮM, NĂNG SUẤT 01 TẤN/H

Nguyễn Thái Bình^{1,*}, Phan Văn Nghị¹, Lê Quang Duy¹, Cao Thanh Long²

¹Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - ĐH Thái Nguyên

²Đại học Thái Nguyên

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày cách thức giải mã công nghệ, cải tiến thiết kế kết cấu máy trộn cây ngô sau băm có năng suất 01 tấn/h để phù hợp với qui mô trang trại, gia trại tại các tỉnh trung du, miền núi phía Bắc. Các vấn đề về cấu trúc động học, thông số các chuyển động và khả năng công nghệ của máy được tính toán, thiết kế trên cơ sở giải mã và cải tiến kết cấu các máy trộn hiện có trên thị trường trong và ngoài nước. Các vấn đề động lực học máy được tính toán theo các phương pháp cơ học truyền thống. Kết quả thử nghiệm với hơn 03 tấn nguyên liệu cây ngô sau băm cho thấy máy làm việc đúng công suất thiết kế và phù hợp với chỉ tiêu “Suất tiêu hao năng lượng” đề ra.

Từ khóa: Máy trộn cây ngô; máy trộn trực vít cánh rời; máy trộn cánh vít kép

MỞ ĐẦU

Trong sản xuất công nghiệp, nông nghiệp, máy trộn là máy công tác được dùng rộng rãi trong nhiều ngành:

- Chế biến thức ăn gia súc
- Chế biến thực phẩm
- Công nghiệp hoá dược
- Vật liệu xây dựng...

Với nhiệm vụ: (1) Tạo ra hỗn hợp đồng đều gồm thành phần có thể ở trạng thái rắn, lỏng hoặc hỗn hợp. Đối với ngành chế biến thức ăn gia súc phục vụ chăn nuôi trong nông nghiệp thì vấn đề này có vai trò quan trọng đối với chất lượng hỗn hợp thức ăn; (2) Tăng cường các phản ứng hoá học hay sinh học khi chế biến thực phẩm hoặc thức ăn gia súc: Trộn thức ăn với men để ủ, trộn các chế phẩm hoá dược; (3) Tăng cường các quá trình trao đổi nhiệt khi đun nóng hay làm lạnh: Trộn khuấy sữa trong khi đun để giảm thời gian cô đặc. Tùy vào mức độ đồng dạng của các vật liệu trộn, yêu cầu về công suất, độ trộn đều mà có các loại máy trộn khác nhau riêng về máy trộn thức ăn gia súc thì có các kiểu: (i) Theo cấu tạo có máy trộn thùng quay hình 1, máy trộn có bộ phận trộn quay hình 2; (ii) Theo cách bố trí đặt máy có loại tĩnh, loại di động; (iii) Theo thời gian hoạt động có trộn liên tục hay gián đoạn v.v....[1]



Hình 1. Máy trộn thùng quay (Nguồn internet)



Hình 2. Máy trộn trực quay (Nguồn internet)

Về phương diện cấu tạo, đa số các tác giả tập trung nghiên cứu loại máy trộn cánh gạt, nằm ngang, làm việc gián đoạn hoặc liên tục, nhất là kiểu hai trục cánh trộn trong số các máy trộn thức ăn gia súc [2] [3]. Do máy trộn này có tính chất vạn năng, trộn được nhiều loại thức ăn gia súc có cơ lý tính khác nhau, dựa trên cơ sở lý thuyết trộn và các phân tích trên

* Tel: 0978 131624, Email: ntbinh@tnut.edu.vn

nhóm tác giả đề xuất thiết kế máy trộn cánh gạt hai trục nằm ngang làm việc liên tục để đạt các yêu cầu:

- + Năng suất 1 tấn/h;
- + Điện năng tiêu thụ nhỏ hơn 2 kWh/tấn.
- + Độ trộn đều lớn hơn 85%;
- + Thân cây ngô sau băm có chiều dài từ 25 – 50 mm được trộn với ure, muối và rỉ đường theo tỉ lệ nhất định.

THIẾT KẾ MÁY TRỘN CÂY NGÔ SAU BĂM

Chọn mô hình nguyên lý máy

Với đặc điểm nguyên liệu trộn chính là loại nguyên liệu thô, rời, ngoài ra còn bao gồm các thành phần khác như bảng 1. Sau khi trộn yêu cầu hỗn hợp thức ăn phải đảm bảo độ trộn đều, không làm thay đổi đặc tính của nguyên liệu trộn. Do đó mô hình máy trộn tham chiếu được lựa chọn là máy trộn trục ngang như hình 3, trục trộn quay có gắn các cánh trộn, máy sử dụng hai trục trộn và quá trình trộn diễn ra liên tục. Các bộ phận chính của máy trộn bao gồm: Thùng trộn, trục trộn, cánh trộn và vít tải đưa nguyên liệu vào thùng trộn.

Bảng 1. Tỉ lệ khối lượng các thành phần hỗn hợp thức ăn dự trữ cho đại gia súc

TT	Tên nguyên liệu	Tỉ lệ khối lượng (kg)
1	Thân cây ngô sau thu hoạch	100
2	Urea	2
3	Muối ăn	0,5
4	Rỉ mật đường	0,5
5	Nước	10 – 20



Hình 3. Mô hình máy tham chiếu (Nguồn internet)

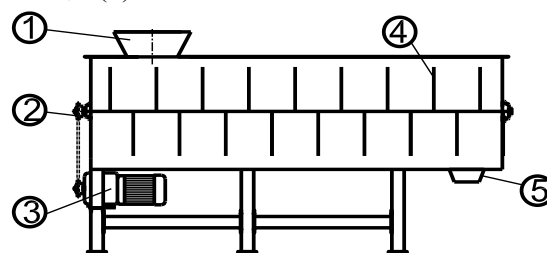
Ngoài ra, để đưa các thành phần khác vào hỗn hợp trộn nên cần lựa chọn phương pháp đưa dung dịch phụ gia vào hỗn hợp trong khi trộn.

Hiện nay, các kiểu cấp chất phụ gia dạng dung dịch thường được áp dụng như: (i) phun tưới thủ công –kiểu này không đảm bảo độ đồng đều hỗn hợp trộn, cần thêm nhân công; (ii) Phun sương – kiểu này dễ tự động hóa, đảm bảo độ đồng đều nhưng chi phí thiết bị ban đầu và bảo dưỡng lớn và cũng không phù hợp với trường hợp dung dịch phụ gia có nhiều tạp chất; (iii) Tự chảy kết hợp dàn mưa – kiểu này có chi phí ban đầu thấp, dễ vận hành, bảo dưỡng, đảm bảo độ đồng đều. Sau khi phân tích, phương án được lựa chọn để cấp dung dịch phụ gia vào hỗn hợp khi trộn là tự chảy kết hợp giàn mưa.

Thiết kế máy trộn cây ngô sau băm

Xây dựng sơ đồ cấu trúc động học máy:

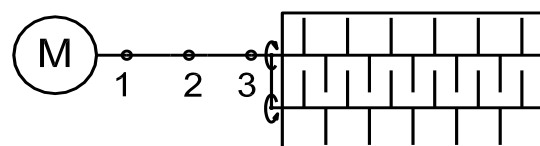
Quá trình trộn dựa trên cơ chế trộn cắt và khuếch tán là chủ yếu nên nguyên liệu trong khi trộn cần được chuyển động theo các phương cắt nhau và có động năng lớn để tạo điều kiện dung dịch phụ gia khuếch tán trong hỗn hợp thức ăn. Từ sơ đồ nguyên lý máy trộn hình 4 nguyên liệu khi trộn sẽ được đưa vào cửa nạp liệu (1) các cánh trộn (4) sẽ đảo liệu trong thùng trộn. Chuyển động của cánh trộn truyền từ động cơ điện (3) thông qua bộ truyền xích (2), trục trộn. Nguyên liệu sẽ vừa có chuyển động trộn trong thùng trộn và dần dịch chuyển dọc trục trộn từ cửa nạp đến cửa xả liệu (5).



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý máy trộn

1-Cửa nạp liệu, 2-Bộ truyền xích, 3-ĐC điện, 4-Cánh trộn, 5-Cửa xả liệu

Để thực hiện các chuyển động cần thiết sơ đồ cấu trúc động học máy trộn được thiết kế như hình 5.



Hình 5. Sơ đồ cấu trúc động học máy

Xác định các thông số động học máy:

Việc xác định các thông số động học máy dựa trên tốc độ trục trộn n_{tr} . Công thức tính năng suất trộn [4]:

$$Q = 60 \frac{\pi(D-d)^2}{4} S \cdot n_{tr} \cdot \gamma \cdot \varphi. \quad (2.1)$$

Trong đó: Q: Năng suất trộn (tấn/h), $Q = 1$ (tấn/h)

S: Bước đường vít bố trí cánh trộn (m),

$S = 0,45$ (m)

n_{tr} : Tốc độ trục trộn (vòng/phút)

D: Đường kính ngoài cánh trộn (m), $D = 0,26$ (m)

d: Đường kính trong cánh trộn (m), $d = 0,04$ (m)

γ : Khối lượng riêng hỗn hợp trộn (tấn/m³), $\gamma = 0,18$ (tấn/m³)

φ : Hệ số nạp đầy (với loại máy trộn này nguyên liệu trộn chỉ chiếm 40-50% thể tích thùng trộn)

Từ (2.1) có:

$$n_{tr} = \frac{4Q}{60S\gamma\varphi(D-d)^2} \quad (2.2)$$

$$= \frac{4}{60 \cdot 0,45 \cdot 0,18 \cdot (0,26 - 0,04)^2} = 42,5 \text{ (v/p)}$$

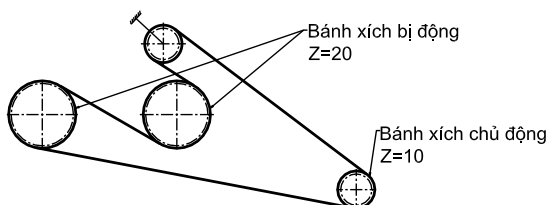
Chọn động cơ điện 3 pha có

$n_{dc} = 1450$ (vòng/ph)

$$\Rightarrow i_{12} \cdot i_{23} = \frac{n_{tr}}{n_{dc}} = \frac{42,5}{1450} \approx \frac{1}{34}$$

Với hệ số điều chỉnh này truyền động giảm tốc được chia làm hai phần: giảm tốc qua hộp giảm tốc với $i_{12} = \frac{1}{17}$; giảm tốc qua bộ truyền

xích với $i_{23} = \frac{1}{2}$. Kết cấu máy trộn sử dụng hai trục trộn và hai trục này quay ngược chiều do đó sơ đồ bố trí bộ truyền xích như hình 6.



Hình 6. Sơ đồ bố trí bộ truyền xích

Xác định số cánh trộn, số cánh thuận, số cánh nghịch và góc nghiêng cánh trộn:

Để đảm bảo hỗn hợp thức ăn có độ trộn đều cao thì thời gian lưu trong máy trộn của hỗn hợp thức ăn cần tăng lên điều này sẽ làm máy trộn có kích thước chiều dài lớn, máy cồng kềnh, tăng giá thành chế tạo. Phương án được lựa chọn ở đây là một số các cánh đảo liệu sẽ có cánh bố trí góc nghiêng làm liệu di chuyển theo chiều thuận (cánh thuận), đẩy nguyên liệu ra cửa xả; một số cánh làm liệu di chuyển theo chiều ngược lại (cánh nghịch) với tỉ lệ chọn sơ bộ cánh nghịch/cánh thuận = 1/3. Chọn chiều dài trục trộn lắp cánh trộn $L = 2400$ (mm).

$$\Rightarrow Z_{tổng} = 3L/S \quad (2.3)$$

$$= 3 \cdot 2400 / 450 = 16 \text{ (Cánh)}$$

$$\Rightarrow Z_{ng} = Z_{tổng} / 4 = 16 / 4 = 4 \text{ (Cánh)}$$

$$\Rightarrow Z_{th} = Z_{tổng} - Z_{ng} = 16 - 4 = 12 \text{ (Cánh)}$$

Trong đó: $Z_{tổng}$: Tổng số cánh trộn trên một trục

Z_{ng} : Tổng số cánh trộn nghịch trên một trục

Z_{th} : Tổng số cánh trộn thuận trên một trục

L: chiều dài phần trục trộn bố trí cánh trộn

S: Bước đường vít bố trí cánh trộn (trên một bước vít có 04 cánh trộn).

Một trong các thông số có thể điều chỉnh ở cánh trộn đó là góc nghiêng (β) của cánh trộn so với trục trộn như hình 2.5. Để các cánh vít nằm trong mặt xoắn vít [1] có bước S góc β được xác định:

$$\text{Arctan} \beta = \frac{\pi D_{TB}}{S} = \frac{\pi \cdot 265}{450} = 1,85 \quad (2.4)$$

$$\Rightarrow \beta \approx 62^\circ$$

D_{TB} : Đường kính trung bình của cánh trộn

Tính toán lựa chọn động cơ

Công suất trên trục trộn:

$$P_t = Z_1 \cdot \omega \cdot M_t$$

$$P_t = Z_1 \cdot \omega \cdot \{ C_1 \cdot C_3 \cdot \mu \cdot r \cdot b \cdot [(\cos \varphi_3 - \cos \varphi_1) + (\varphi_3 - \varphi_1) + a_2(b-c) \cdot (C_2 \cdot \pi \cdot \tau \cdot \sin \alpha + C_3 \cdot \mu \cdot \cos \varphi_1 \cdot a) + C_2 \cdot C_3 \cdot \sin \varphi_1 \cdot [b \cdot (r_3 - a_3) + c \cdot a_3] + r_3 \cdot \pi \cdot \tau] \} [5] \quad (2.5)$$

Trong đó:

P_t – Công suất trục trộn (kW);

Z_1 – Số cánh trộn đồng thời nằm trong NL trộn;

ω – Tốc độ góc của cánh trộn (rad/giây);

M_t : Mô men trên một cánh trộn

$$C_1 = 1 + \mu \cdot \cot \alpha; C_2 = 1 + \mu; C_3 = \rho \cdot g \cdot \sin \alpha;$$

α - Góc nghiêng bàn tay trộn (độ);

ρ - Khối lượng riêng của NL trộn (kg/m^3);

g - Gia tốc trọng trường (m/s^2);

μ - Hệ số ma sát giữa NL trộn với thùng trộn;

r - Khoảng cách từ trục trộn đến mép của cánh trộn ở vị trí xa tâm nhất (m);

b - Bề rộng của bàn tay trộn (m);

φ_1 - Góc ma sát trong của vật liệu (độ);

φ_3 - Góc giữa mặt phẳng ngang và tiếp tuyến cánh trộn (độ);

a - Khoảng cách từ tâm trục trộn đến cánh trộn ở vị trí gần tâm nhất (m);

c - Bề rộng của cánh tay trộn (m);

τ - Ứng suất cắt của NL trộn (N/m^2).

Sau tính toán ta có: $P_t = 2,7 \text{ kW}$

Chuyển động truyền từ động cơ đến trục trộn thông qua các bộ truyền với hiệu suất:

Bánh răng trụ: $\eta_{btr} = 0,96$

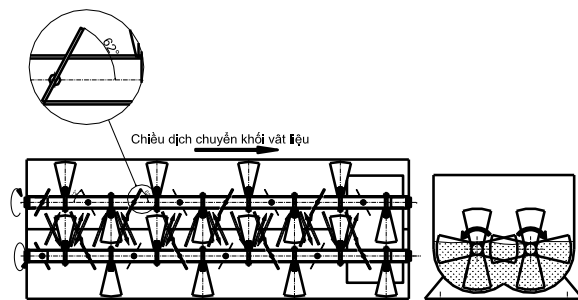
Bộ truyền xích: $\eta_x = 0,96$

Ổ lăn: $\eta_{ol} = 0,99$

Công suất trên trục động cơ điện

$$P_{dc} = \frac{P_t}{\eta_{btr}^2 \cdot \eta_x \cdot \eta_{ol}^4} = \frac{2,7}{0,96^2 \cdot 0,96 \cdot 0,99^4} = 3,1 \text{ (kW)} \quad (2.6)$$

Tra trong bảng dây công suất tiêu chuẩn chọn động cơ điện 3 pha công suất $N=3,7 \text{ (kW)}$; $n_{dc}=1450 \text{ (vòng/phút)}$



Hình 7. Sơ đồ bố trí cánh trộn và dòng dịch chuyển nguyên liệu

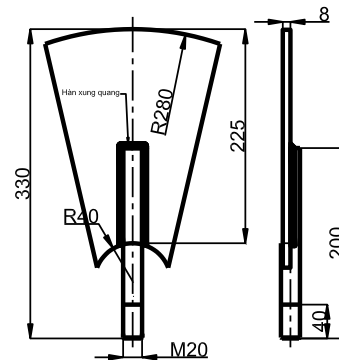
Xác định thông số kết cấu máy:

Do giới hạn độ dài, bài báo chỉ trình bày thông số kết cấu của cánh trộn và trục trộn.

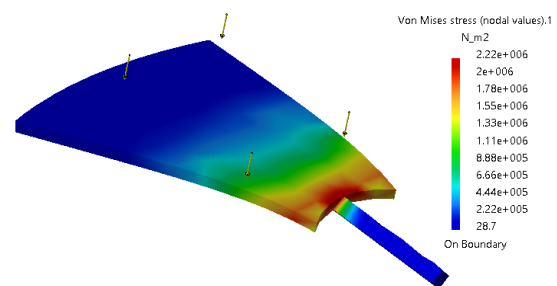
Thông số kết cấu các bộ phận khác của máy sẽ được trình bày trong nội dung một bài báo tiếp theo.

Thiết kế cánh trộn

Cánh trộn là bộ phận trực tiếp tác dụng đảo nguyên liệu trong quá trình trộn, kết cấu cánh trộn sẽ quyết định khả năng đảo liệu và công suất trộn của máy. Qua thực nghiệm và phân tích hình dáng hình học cho thấy, kết cấu cánh trộn có dạng hình dẻ quạt đạt hiệu quả xáo trộn liệu tốt nhất và phù hợp với kết cấu phần đáy thùng trộn và trục trộn. Các kích thước và kết cấu cánh trộn được trình bày trong hình 8.



Hình 8. Kết cấu cánh trộn



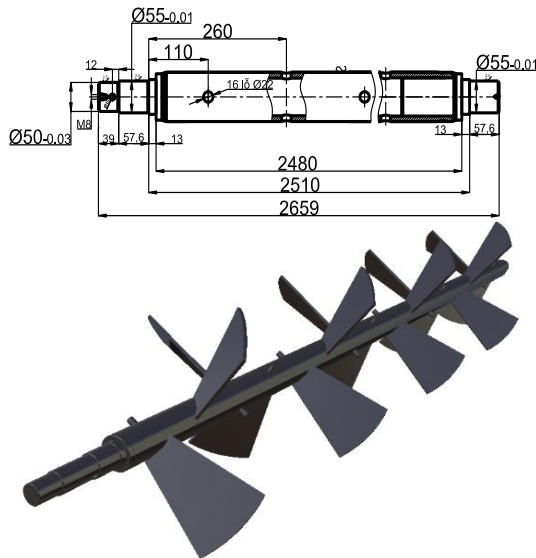
Hình 9. Ứng suất cánh trộn

Trên hình 9 thể hiện trường ứng suất trên cánh trộn trong quá trình tính bền cho các chi tiết bằng phần mềm chuyên dụng. Kết quả cho thấy ứng suất tại mặt cắt nguy hiểm nhỏ hơn so với độ bền của vật liệu.

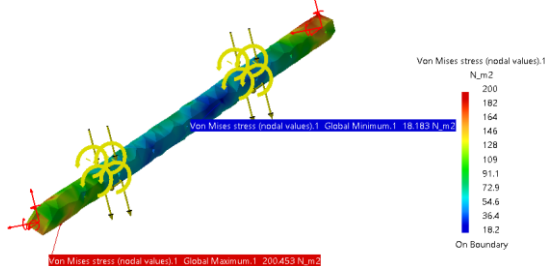
Thiết kế trục trộn

Trục trộn là bộ phận truyền chuyển động và mô men đến cánh trộn do đó kết cấu phải đảm bảo độ bền, các tính toán độ bền của trục trộn thể hiện trên hình 2.9. Ngoài ra trên trục trộn

có kết cấu để gắn các cánh trộn bằng mối ghép ren để tiện cho việc sửa chữa, thay thế và để giảm khối lượng vật tư chế tạo trục trộn được thiết kế ghép nối từ các đầu trục trộn và thân trục như hình 10.



Hình 10. Kết cấu cụm trục trộn



Hình 11. Ứng suất trên trục trộn
KHẢO NGHIỆM MÁY TRỘN CÂY NGÔ SAU BẮM

Thực hiện việc khảo nghiệm sau khi hoàn thành việc chế tạo máy trộn bởi Doanh nghiệp Tư nhân Thái Long. Các bước khảo nghiệm máy được thực hiện tại nhà máy Cơ khí Phú Xá – Doanh nghiệp TN Thái Long.



Hình 12. Máy trộn sau chế tạo



Hình 13. Một số cụm chi tiết trên máy trộn



Hình 14. Đo cường độ dòng điện bằng Ampe kế

Để khảo nghiệm máy, nhóm nghiên cứu đã chạy thử máy với hơn 3 tấn thân, lá cây ngô sau khi được cắt. Các thông số đầu ra của máy được đánh giá, đo đạc qua các thiết bị như cân điện tử để kiểm tra năng suất máy, đồng hồ đo độ ẩm để kiểm tra độ trộn đều, Ampe kim để kiểm tra cường độ dòng điện khi máy làm việc.

Kết quả khảo nghiệm thấy rằng, máy đạt được các yêu cầu ban đầu như:

- + Năng suất: Thực tế máy đạt năng suất 1,3 - 1,5 tấn/h;
- + Độ trộn đều đạt yêu cầu từ 85÷90%;
- + Điện năng tiêu thụ 1,2 kWh/tấn



Hình 15. Quá trình khảo nghiệm máy trộn

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Như vậy máy trộn thiết kế đã đạt yêu cầu, các chỉ tiêu công nghệ thỏa mãn so với yêu cầu đầu vào.

Tuy nhiên độ trộn đều chưa cao, đây là vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số. Về mức tiêu hao năng lượng cho một đơn vị hỗn hợp thức ăn đạt 1,2kWh/tấn và sẽ được giải quyết ở các nghiên cứu tiếp theo nhằm giảm điện năng tiêu thụ của máy.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin gửi lời cảm sâu sắc đến Văn phòng Chương trình Khoa học và Công nghệ trọng điểm cấp Nhà nước giai đoạn 2013-2018 “Khoa học và Công nghệ phục vụ phát triển bền vững vùng Tây Bắc”, mã số: KHCN-TB/13-18, ĐHQG Hà Nội, ĐHTN Thái Nguyên và Doanh nghiệp Tư nhân Thái

Long đã tài trợ kinh phí và tạo mọi điều kiện tốt nhất để nghiên cứu được hoàn thành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Đức Dũng (2005), *Giáo trình Máy và Thiết bị nông nghiệp - Tập 1: Máy nông nghiệp*, Nhà xuất bản Hà Nội, Hà Nội.
2. Đỗ Thị Tâm (2008), *Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số chính đến chi phí năng lượng của máy trộn thức ăn gia súc kiểu vít đứng*, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Thái Nguyên, 2008.
3. Nguyễn Thị Minh Thuận (1988), *Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số đến chất lượng và năng lượng của máy trộn bột thức ăn gia súc khô kiểu vít đứng*, Luận án Phó tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội, 1988.
4. A. A. Balami, D. Adgidzi, and A. Mua'zu, (2013) “Development and Testing of an Animal Feed Mixing Machine”, *International Journal of Basic and Applied Science*, Vol. 01, No. 03, pp. 491-503.
5. Trần Quang Quý, Nguyễn Văn Vinh, Ngô Bích (2001), *Máy và thiết bị sản xuất vật liệu xây dựng*, NXB giao thông vận tải, Hà Nội.

ABSTRACT

DESIGN, MANUFACTURE A MIXER MACHINE WITH CAPACITY OF 01 TON/H FOR CORN STALKS AFTER CUTTING

Nguyen Thai Binh^{1*}, Phan Van Nghi¹, Le Quang Duy¹, Cao Thanh Long²

¹ University of Technology - TNU

² Thai Nguyen University

This article demonstrates how to decode technology, improve the design of a mixer for corn stalks after cutting with a capacity of 01 ton/h as to fit farm scale in the midland and mountainous provinces in the North of Vietnam. The problems of kinetic structures, parameters of motion and technological ability of the machine are calculated, designed on the basis of decoding and improving the structures of available mixers in domestic and foreign markets. Dynamics problems of the machine are calculated according to traditional mechanical methods. Test results with more than 3 tons of corn stalks after cuttingshowed that the machine has been working at its designed capacity and in line with the indicator " Specific energy consumption rate".

Keywords: Corn stalks mixer; screw mixer; twin screw mixer, mixer machine

Ngày nhận bài: 01/11/2017; Ngày phản biện: 24/11/2017; Ngày duyệt đăng: 05/01/2018

*Tel: 0978 131624, Email: ntbinh@tnut.edu.vn