

## XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN QUÁ TRÌNH XÁT VỎ TRONG MÁY XÁT VỎ CÀ PHÊ KIỂU RULÔ NGANG HAI TẦNG XV-1500

Trần Như Khuyên<sup>1\*</sup>, Phùng Chí Cường<sup>2</sup>, Nguyễn Thanh Hải<sup>1</sup>, Nguyễn Khắc Thông<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Học viện Nông nghiệp Việt Nam;

<sup>2</sup>Trường Đại học Kinh tế quốc dân; <sup>3</sup>Bộ Giáo dục và đào tạo.

\*Liên hệ email: [khuyentrannhu@gmail.com](mailto:khuyentrannhu@gmail.com)

### TÓM TẮT

Máy xát vỏ cà phê XV-1500 là loại máy xát vỏ cà phê quả tươi kiểu rulô ngang hai tầng, năng suất 1500kg/h. Đây là loại máy xát vỏ quả có cấu tạo đơn giản, dễ vận hành, bảo trì và sửa chữa nên được áp dụng khá phổ biến cho các cơ sở chế biến cà phê có qui mô vừa và nhỏ ở nước ta hiện nay. Để giảm thời gian và kinh phí cho việc thiết kế và chế tạo máy, chúng tôi đã xây dựng mô hình toán quá trình xát vỏ dựa trên cơ sở tính toán cân bằng năng lượng của rulô xát, từ đó đã xác định được một số thông số về cấu tạo và chế độ làm việc nhằm định hướng cho việc thiết kế. Kết quả tính toán đã xác định các thông số cơ bản của bộ phận xát vỏ: đường kính rulô xát  $D=0,22\text{m}$ , chiều dài rulô xát  $L=0,5\text{m}$ , số hàng vấu xát trên rulô xát  $z=69$  hàng, số vấu xát trên một hàng  $m_v=26$ , khoảng cách giữa các vấu trên một hàng  $\lambda=19,2\text{mm}$ , số vòng quay của rulô xát  $n=800\text{vòng/ph}$  và công suất động cơ điện  $N_{dc}=1,1\text{kW}$ . Các thông số nghiên cứu trên là cơ sở để thiết kế, chế tạo máy xát vỏ cà phê kiểu rulô ngang hai tầng phục vụ sản xuất.

**Từ khóa:** mô hình toán, máy xát vỏ, cà phê, rulô ngang.

*Nhận bài:* 15/03/2019      *Hoàn thành phản biện:* 29/03/2019

*Chấp nhận bài:* 31/03/2019

### 1. MỞ ĐẦU

Máy xát vỏ cà phê kiểu rulô ngang hai tầng XV-1500, năng suất 1500kg/mê là loại máy xát vỏ cà phê quả tươi có kết cấu mới, gồm có hai tầng rulô xát hình trụ nằm ngang. Đây là loại máy xát vỏ có năng suất và chất lượng sản phẩm khá cao, chi phí nước và điện năng riêng thấp, có thể xát được cà phê có lớp vỏ dày và cứng (cà phê vối và cà phê mít) nên được áp dụng khá phổ biến cho các hộ nông dân để sơ chế bảo quản tạm thời khối lượng lớn cà phê sau thu hoạch, tránh gây thối hỏng (Khuyên và cs, 2001; Cường, 2006; Cường và cs, 2018).

Xát vỏ quả cà phê trong máy xát vỏ XV-1500 là quá trình cơ học phức tạp diễn ra trong bộ phận xát. Dưới tác dụng của lực bóc vỏ của các vấu xát khi rulô xát quay đã gây biến dạng và xé rách lớp vỏ quả đồng thời kéo hút vỏ quả vào máng thu để thực hiện việc phân ly vỏ quả và nhân hạt theo hai cửa riêng (Cường, 2006). Việc nghiên cứu xây dựng mô hình toán biểu diễn qui luật biến đổi các thông số trong quá trình xát vỏ để tìm ra mối liên hệ giữa các thông số về cấu tạo và chế độ làm việc của bộ phận xát làm cơ sở cho việc tính toán thiết kế, chế tạo máy nhằm giảm thời gian và kinh phí cho quá trình nghiên cứu thiết kế, chế tạo và thực nghiệm là rất cần thiết.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu xây dựng mô hình toán quá trình xát vỏ và xác định các thông số cơ bản về cấu tạo và chế độ làm việc của máy xát vỏ cà phê kiểu rulô ngang hai tầng XV-1500.

## 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nội dung nghiên cứu

Xây dựng mô hình kết cấu máy xát vỏ cà phê.

Thiết lập phương trình cân bằng năng lượng của rulô xát.

Xác định các thông số cơ bản của máy xát vỏ cà phê.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

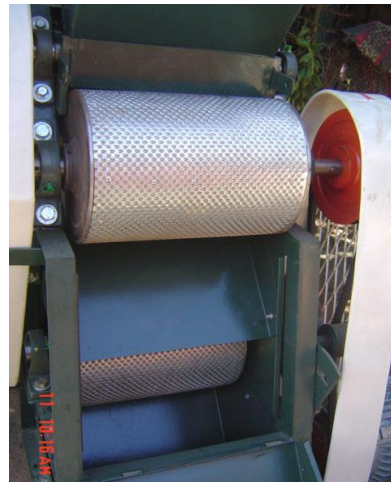
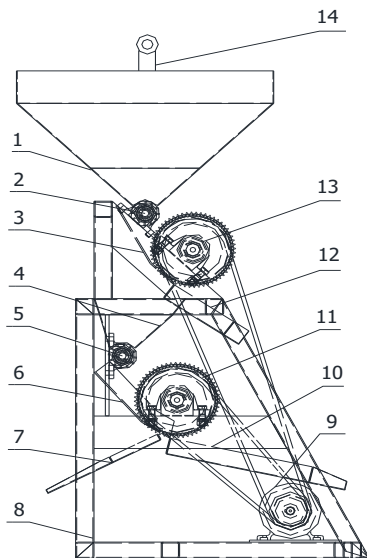
Áp dụng phương pháp mô hình hóa để xây dựng mô hình toán quá trình xát vỏ, từ đó có thể xác định được một số thông số về cấu tạo và chế độ làm việc của rulô xát nhằm định hướng cho việc thiết kế.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Xây dựng mô hình kết cấu máy xát vỏ cà phê

Máy gồm có các bộ phận chính như sau:

Bộ phận cung cấp nguyên liệu và nước gồm phễu cấp liệu, hai trục cuộn và vòi phun nước có nhiệm vụ cung cấp nguyên liệu và nước cho rulô xát. Bộ phận xát gồm hai cặp rulô xát-máng xát, được bố trí theo hai tầng: cặp rulô-máng xát trên và cặp rulô-máng xát dưới. Trên bề mặt các rulô có đập hàng vấu xát lồi cong hình lưỡi liềm để móc, xé rách vỏ quả và kéo vỏ quả tuột ra khỏi nhân. Bộ phận thu sản phẩm gồm có 1 máng thu nhân và 2 máng thu vỏ quả. Máng thu hồi nhân được lắp ở đáy rulô xát dưới, còn 2 máng thu vỏ quả, một máng được lắp ở đáy của rulô xát trên và một máng được lắp ở đáy rulô xát dưới. Đầu máng thu vỏ quả có đường gân lồi để phân ly hạt và vỏ quả theo hai cửa riêng biệt. Bộ phận truyền động gồm một động cơ điện truyền động cho hai trục lắp rulô bằng đai thang và chuyển động từ trục lắp rulô sẽ truyền cho hai trục cuộn (Cường, 2006).



a) b)  
**Hình 1.** Sơ đồ nguyên lý cấu tạo máy xát vỏ cà phê XV-1500.

a) Hình 2D; b) Ảnh máy xát vỏ cà phê

1- phễu cấp liệu; 2,5- trục cuộn trên và dưới; 3,6- máng xát trên và dưới;  
4- phễu chứa nhân và quả chưa được bóc vỏ; 7- máng thu hạt; 8- khung máy; 9- động cơ điện;  
10,12- máng thu vỏ quả; 11,13- rulô xát dưới và trên; 14- vòi phun nước.

### 3.2. Thiết lập phương trình cân bằng năng lượng của rulô xát

Để thiết lập phương trình cân bằng năng lượng của rulô xát cần phải xác định vận tốc quay của rulô xát và lực xát vò, vì đây là hai yếu tố quan trọng nhất quyết định đến năng suất, chất lượng sản phẩm và chi phí năng lượng riêng.

#### 3.2.1. Vận tốc quay của rulô xát

Vận tốc của rulô xát có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng làm việc của bộ phận xát vò quả và chi phí năng lượng cho rulô xát. Khi tốc độ quay của rulô thấp thì độ sót vò tăng, năng suất máy thấp. Ngược lại, khi tăng tốc độ quay của rulô thì sẽ làm giảm độ sót nhưng lại tăng độ hư hỏng nhân (đập vỡ hoặc bong vò trái) và tăng chi phí công suất cho động cơ. Vì vậy cần phải xác định vận tốc quay của rulô thích hợp để nâng cao chất lượng sản phẩm và giảm chi phí công suất cho động cơ (Cường, 2006).

Để xác định vận tốc quay của rulô xát, trước hết ta tính công để bóc vò một quả cà phê:

$$A_n = \frac{mv_q^2}{2} \quad (1)$$

Trong đó:

$m$  - khối lượng của quả cà phê, g;

$v_q$  - vận tốc của quả, m/s.

Nếu gọi  $v$  là vận tốc dài của rulô xát (hay vấu xát), mối quan hệ giữa vận tốc của quả  $v_q$  với vận tốc dài của vấu xát  $v$  theo công thức:

$$v_q = v(1 + \varepsilon)\cos\alpha \quad (2)$$

Trong đó:

$\varepsilon$ - hệ số phục hồi của vỏ quả thay đổi theo độ ẩm của quả. Trị số  $\varepsilon = 0,1$  với quả tươi và  $\varepsilon = 0,2$  với quả khô.

$\alpha$ - góc giữa hướng vận tốc dài của vấu xát  $v$  và trục dài của quả là đại lượng biến thiên, khoảng thay đổi của góc này từ  $0 \div \frac{\pi}{2}$  (hình 2).

$$\text{Do đó ta có: } A_n = \frac{1}{2} m [v(1 + \varepsilon)\cos\alpha]^2 \quad (3)$$

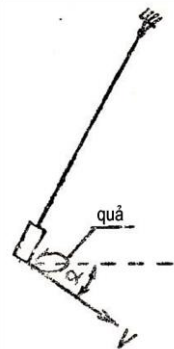
Suy ra vận tốc dài của rulô xát:

$$v = \frac{1}{(1 + \varepsilon)\cos\alpha} \sqrt{\frac{2A_n}{m}} \leq v_{th} \quad (4)$$

Trong đó:

$v_{th}$ - vận tốc tới hạn làm hư hỏng nhân hạt.

Trị số  $A_n$  được tính bằng tích số của lực tác dụng lên quả với quãng đường di chuyển của quả từ khi có lực tác dụng cho tới khi vỏ quả được bóc hoàn toàn.



**Hình 2.** Vầu xát tác động vào quả.

### 3.2.2. Lực xát vờ

Gọi P là lực của vầu xát cần thiết để bóc vỏ quả. Lực P được tính theo công thức:

$$P = P_{vx} + F_{ms} \quad (5)$$

Trong đó :

$P_{vx}$ - lực tác động của vầu xát vào vỏ quả;

$F_{ms}$ - lực ma sát giữa vỏ quả với bề mặt rulô xát.

Áp dụng phương trình động lực học về động lượng và xung lượng cho quá trình tác động của vầu xát vào vỏ quả (với xung lượng bằng biến thiên động lượng), ta có:

$$P_{vx}dt = d(mv) \quad (6)$$

Trong đó:

m- khối lượng quả chịu tác dụng của lực  $P_{vx}$

v- vận tốc của vầu xát tác dụng vào quả;

t- thời gian tác dụng của lực  $P_{vx}$

Khi rulô xát làm việc bình thường thì vận tốc v không đổi nên:

$$P_{vx}dt = vdm$$

$$P_{vx} = v \frac{dm}{dt} = vm' \quad (7)$$

$m'$ - lượng cung cấp quả trong đơn vị thời gian (lượng cung cấp riêng).

Theo V.P. Goriatkin, lực ma sát  $F_{ms}$  tỷ lệ với lực P:

$$F_{ms} = fP \quad (8)$$

Hệ số ma sát f giữa quả và bề mặt rulô xát được tính theo công thức:

$$f = a - b \frac{m'}{M} \quad (9)$$

Trong đó :

a, b- các hằng số phụ thuộc nguyên liệu, vào cấu trúc rulô xát và máng xát;

M- khối lượng rulô xát.

Từ công thức (9) ta thấy: nếu  $m'$  tăng thì f giảm. Kết quả thí nghiệm của V.P. Goriatskin đối với một số loại nông sản dạng hạt và quả đã xác định được trị số:  $f = 0,1 \div 0,35$ .

Thay công thức (7) và (8) vào công thức (5) ta có :

$$P = vm' + fP \quad (10)$$

Từ đó ta xác định được lực bóc vỏ cần thiết của vầu xát:

$$P = \frac{m'v}{1-f} \quad (11)$$

### 3.2.3. Phương trình cân bằng năng lượng của rulô xát

Phương trình cơ bản của rulô xát được thành lập trên cơ sở xác định chi phí năng lượng cho rulô trong quá trình xát vỏ.

Năng lượng động cơ truyền cho rulô để thắng những lực cản trong quá trình làm việc. Giả sử A là công chi phí để rulô làm việc với lượng cung cấp riêng  $q = m'(kg/s)$ , công đó được tính theo công thức:

$$A = A_1 + A_2 \quad (12)$$

Trong đó:

$A_1$ - Công để khắc phục lực cản do ma sát trong gối đỡ, bộ phận truyền động và lực cản của không khí khi rulô quay,...

$A_2$ - Công để khắc phục lực cản của vật liệu trong quá trình xát vỏ như: lực làm biến dạng, xé rách vỏ quả và lực để kéo vỏ vượt gân lồi vào máng thu vỏ quả. Lực cản này thay đổi tùy theo cơ lý tính của quả và lượng cung cấp.

Ta kí hiệu:

I- mômen quán tính của rulô xát,  $kg.m^2$

$\omega$ - vận tốc góc của rulô xát,  $s^{-1}$ .

Khi bắt đầu chuyển động chưa cung cấp nguyên liệu, động cơ có công suất N (mã lực), sẽ chi phí một phần công để khắc phục lực ma sát  $A_1$  và làm cho rulô quay có gia tốc, tức là:

$$75N = M\omega + A_1 \quad (13)$$

Trong đó :

M- mômen của rulô xát.

$$\text{Vì} \quad M = I \frac{d\omega}{dt}$$

$$\text{nên:} \quad 75N = I\omega \frac{d\omega}{dt} + A_1 \quad (14)$$

Công  $A_1$  là một hàm số với  $\omega$ . Ta có:

$$A_1 = 75N_1 = A\omega + B\omega^3 \quad (15)$$

Trong đó:

A và B là những hằng số phụ thuộc vào cấu tạo răng hoặc vấu của rulô xát. Đối với loại rulô bố trí răng hoặc vấu dạng bán nguyệt  $A = 0,3kGm$ ;  $B = 48.10^{-6}kGm.s^2$ .

Năng lượng  $A_\delta$  làm rulô chuyển động có gia tốc là:

$$A_\delta = I\omega \frac{d\omega}{dt} = 75N - A_1 \quad (16)$$

Chính năng lượng này sẽ được dùng vào việc xát vỏ quả. Ta có:

$$A_\delta dt = I\omega d\omega \quad (17)$$

Trong khoảng thời gian t rulô tăng vận tốc từ  $\omega_1$  đến  $\omega_2$  cần có năng lượng là :

$$A_\delta t = \int_{\omega_1}^{\omega_2} I\omega d\omega = I \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2} \quad (18)$$

Nếu rulô có vận tốc đầu là  $\omega_1 = 0$  và vận tốc làm việc  $\omega_2 = \omega$  thì ta có:

$$A_{\delta}t = \frac{I\omega^2}{2} \quad (19)$$

Đại lượng này gọi là năng lượng rulô xát. Theo phương trình (16) và (19) ta thấy, năng lượng  $A_1$  tăng nhanh theo vận tốc  $\omega$ . Nếu ta cho rulô quay không,  $\omega$  sẽ tăng và  $A_1$  cũng sẽ tăng, khi  $A_1$  tăng đến mức độ bằng 75N, ta có:

$$75N - A_1 = I\omega \frac{d\omega}{dt} = 0 \quad (20)$$

Nhưng mô men quán tính  $I$  là hằng số,  $\omega = \omega_{\max}$ , nên chỉ có:

$$\frac{d\omega}{dt} = 0$$

Vậy nếu rulô quay không, vận tốc  $\omega$  cũng chỉ tăng đến  $\omega_{\max}$  và sau đó quay với vận tốc không đổi.

Nếu rulô làm việc thì:

$$75N - A = 0 \quad \text{với } A = A_1 + A_2 \quad (21)$$

Khi đó vận tốc  $\omega = \omega_H = \text{const}$  và năng lượng rulô xát là  $\frac{I\omega_H^2}{2}$

Ta biết rằng:  $A_{\delta} = Pv$  (22)

Thay trị số của  $P$  từ công thức (21) vào (22) ta có:

$$A_{\delta} = \frac{m'v^2}{1-f} \quad (23)$$

Theo công thức (18), ta có :

$$A_{\delta} = 75N_{\delta} = I\omega \frac{d\omega}{dt} = \frac{m'v^2}{1-f} \quad (24)$$

Phương trình (24) là phương trình năng lượng của rulô xát, thể hiện sự cân bằng giữa công nhận được và công tiêu thụ. Phương trình này biểu diễn mối quan hệ của một số tham số trong quá trình xát vò. Từ phương trình này, ta có thể xác định các thông số cơ bản về cấu tạo và chế độ làm việc của máy xát vò cà phê.

#### 3.2.4. Công suất, vận tốc và đường kính giới hạn của rulô xát

Từ phương trình năng lượng cơ bản của rulô xát (24), ta có thể suy ra những kết quả sau:

a. Công suất cần thiết của rulô xát:

Phương trình cân bằng công suất:

$$75N = (A\omega + B\omega^3) + \frac{qv^2}{(1-f)g} \quad (25)$$

Từ đó, ta xác định được công suất cần thiết để động cơ làm việc:

$$N = \frac{1}{75} \left[ (A\omega + B\omega^3) + \frac{qv^2}{(1-f)g} \right] \text{ mã lực} \quad (26)$$

b. Vận tốc giới hạn của rulô xát

Động cơ cung cấp công suất  $N_{\delta}$  để rulô quay có gia tốc  $\frac{d\omega}{dt}$ .

Theo phương trình (24), ta có:

$$\frac{75N_{\delta}}{I\omega} = \frac{d\omega}{dt} \quad (27)$$

$\frac{d\omega}{dt}$  ở phương trình (27) là gia tốc cung cấp từ động cơ, nó là hàm số hypecbol đối với  $\omega$  nhưng gia tốc này bị triệt tiêu trong quá trình xát vò khi rulô xát quay đều.

Cũng theo phương trình (24), ta có:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{m'v^2}{I\omega(1-f)} = \frac{m'R^2}{I(1-f)}\omega \quad (28)$$

$\frac{d\omega}{dt}$  ở phương trình (28) là gia tốc tiêu thụ, nó phụ thuộc tuyến tính đối với  $\omega$ .

Vận tốc góc tới hạn  $\omega_{th}$  được xác định bởi từ điều kiện cân bằng công thức (27) và (28) ứng với tốc độ góc  $\omega_{th}$  và  $N_{\delta}$  đạt trị số  $N_{\delta_{max}}$ :

$$\frac{75N_{\delta_{max}}}{I\omega_{th}} = \frac{m'R^2}{I(1-f)}\omega_{th} \quad (29)$$

Từ đây ta rút ra:

$$\omega_{th} = \sqrt{\frac{75N_{\delta_{max}}(1-f)}{m'R^2}} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{75N_{\delta_{max}}(1-f)}{m'}} \quad (30)$$

Số vòng quay tới hạn của rulô xát là:

$$n_{th} = \frac{30}{\pi R} \sqrt{\frac{75N_{\delta_{max}}(1-f)}{m'}} \text{ , vg/ph} \quad (31)$$

c. Đường kính giới hạn của rulô xát:

Từ phương trình (24), ta có tỷ số:

$$\frac{m'}{N_{\delta}} = \frac{75(1-f)}{v^2} = \frac{75.4(1-f)}{\omega^2 D^2} = \frac{300(1-f)}{\omega^2 D^2} \quad (32)$$

D- đường kính rulô xát, m.

Từ công thức (32) ta thấy, nếu D tăng thì tỷ số  $\frac{m'}{N_{\delta}}$  giảm. Vậy để tăng khối lượng

cung cấp riêng ứng với mỗi đơn vị công suất ta không nên làm rulô có đường kính lớn quá.

### 3.3. Xác định các thông số cơ bản của máy xát vò cà phê

Dựa theo cơ sở lý thuyết của quá trình xát vò cà phê đã trình bày ở trên, ta có thể xác định các thông số cơ bản của máy xát vò cà phê như sau:

#### 3.3.1. Xác định các thông số cơ bản của rulô xát

a. Số lượng vầu xát trên rulô xát

Số vầu xát trên một hàng m được xác định từ công thức tính năng suất lý thuyết của máy xát vò cà phê:

$$Q = 60z_q m_v n \gamma$$

$z_q$ - số hàng vầu cùng tác động lên quả;  $m_v$ - số vầu trên một hàng;

$n$ - số vòng quay của rulô;  $\gamma$ - khối lượng riêng của một quả cà phê.

Từ đó ta rút ra:  $m_v = \frac{Q}{60z_q n \gamma}$

Với số hàng vấu xát cùng tác động lên quả  $z_q = 1$ , số vòng quay của rulô xát  $n = 800$  (vòng/ph), năng suất  $Q = 1500$  kg/h và khối lượng riêng của một quả cà phê  $\gamma = 0,0012$  kg/quả, ta xác định được số vấu xát trên một hàng:

$$m_v = \frac{1500}{60 \cdot 1 \cdot 800 \cdot 0,0012} = 26,04 \quad \text{Chọn là } m_v = 26 \text{ vấu xát}$$

b. Khoảng cách giữa các vấu xát trên một hàng  $\lambda$

Khoảng cách giữa các vấu xát trên một hàng  $\lambda$  được xác định từ kích thước của quả cà phê sao cho đảm bảo kéo vỏ ra khỏi đường gân của máng xát được dễ dàng và không chạm vào nhau để không gây cản trở lẫn nhau. Qua tham khảo các mẫu máy đang sử dụng trong sản xuất và kích thước trung bình của những quả cà phê lớn nhất ở nước ta, chúng tôi chọn khoảng cách giữa các vấu xát trên một hàng là  $\lambda = 19,2$  mm.

c. Kích thước rulô xát

Đường kính rulô xát  $D$  được xác định theo công thức:  $D = \frac{v \Delta t z}{\pi}$

Trong đó:

$v$ - vận tốc dài của vấu xát trên rulô, m/s;  $z$ - số hàng vấu xát trên rulô xát;

$\Delta t$ - khoảng thời gian tác động bóc vỏ quả giữa hai hàng vấu xát liên tiếp trên rulô xát, s;

Khoảng thời gian  $\Delta t$  được xác định theo công thức:  $\Delta t = \frac{2\pi}{z\omega}$

Thay số ta được:  $\Delta t = \frac{2 \cdot 3,14}{69 \cdot 83,73} = 1,087 \cdot 10^{-3}$  s

Từ đó ta xác định được đường kính rulô xát là:

$$D = \frac{9,21 \cdot 1,087 \cdot 10^{-3} \cdot 69}{3,14} = 0,2199 \text{ m}$$

Chọn đường kính rulô xát  $D = 0,22$  m.

Chiều dài rulô xát  $L$  được tính theo công thức:  $L = \lambda m$

Với  $\lambda = 19,2$  mm và  $m = 26$ , ta có:  $L = 19,2 \cdot 26 = 499,2$  mm

Ta chọn chiều dài rulô xát  $L = 0,5$  m

### 3.3.2. Xác định công suất cần thiết của động cơ

Máy xát vỏ cà phê có hai rulô xát được nhận truyền động từ một động cơ. Vì vậy để xác định công suất động cơ cần phải xác định công suất cần thiết trên từng trục của rulô xát.

a. Công suất cần thiết trên trục rulô xát thứ nhất

Công suất cần thiết trên trục rulô xát thứ nhất được tính theo công thức (26). Các thông số trong công thức này được xác định như sau:

Vận tốc của rulô xát:  $v = \frac{\pi D n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,22 \cdot 800}{60} = 9,21$  (m/s)

Vận tốc góc của rulô xát:  $\omega = \frac{v}{R} = \frac{2v}{D} = \frac{2 \cdot 9,21}{0,22} = 83,73$  rad/s

Lượng cung cấp quả vào rulô xát  $q$  được xác định theo năng suất của máy xát  $Q$  (kg/h):



$$q = \frac{Q}{3600} = \frac{1500}{3600} = 0,416 \text{ kg/s}$$

Hệ số ma sát giữa quả cà phê và rulô xát thứ nhất,  $f_1 = 0,3$ .

Thay các giá trị trên vào công thức (24) ta xác định được công suất cần thiết trên trục rulô xát thứ nhất:

$$N_{t1} = \frac{1}{75} \left[ \left( 0,3.83,73 + 48.10^{-6}.83,73^2 \right) + \frac{0,416.9,21^2}{(1-0,3).9,81} \right] = 0,41 \text{ mã lực (0,302kW)}$$

b. Công suất cần thiết trên trục rulô xát thứ hai

Do rulô xát thứ hai có các thông số cấu tạo và số vòng quay giống như rulô thứ nhất nên việc tính toán công suất cần thiết trên trục rulô thứ hai cũng tương tự như rulô thứ nhất. Tuy nhiên do phần lớn lượng quả đã được bóc vỏ khi qua rulô thứ nhất và đã loại ra ngoài khoảng 40% vỏ nên hỗn hợp nhân và quả chưa được bóc vỏ đưa vào rulô thứ hai thực tế chỉ còn khoảng 60%. Như vậy, lượng cung cấp vào rulô thứ hai là:

$$q' = 0,6q = 0,6.0,416 = 0,25 \text{ kg/s}$$

Mặt khác, hỗn hợp nhân và quả chưa được bóc vỏ khi đưa vào rulô thứ hai có độ nhớt cao nên hệ số ma sát giảm. Hệ số ma sát giữa quả cà phê và rulô xát thứ nhất,  $f_2 = 0,1$ .

Khi đó, công suất cần thiết trên trục rulô thứ hai được tính như sau:

$$N_{t2} = \frac{1}{75} \left[ \left( 0,3.83,73 + 48.10^{-6}.83,73^2 \right) + \frac{0,25.9,21^2}{(1-0,1).9,81} \right] = 0,372 \text{ mã lực (0,274kW)}$$

Tổng công suất trên hai trục rulô xát là:

$$N = N_{t1} + N_{t2} = 0,41 + 0,372 = 0,782 \text{ mã lực (0,576kW)}$$

Công suất cần thiết của động cơ:

$$N_{dc} = \frac{N}{\eta_t}$$

$\eta_t$  - là hiệu suất truyền động chung,  $\eta_t = 0,8$

$$\text{Vậy } N_{dc} = \frac{0,576}{0,8} = 0,72 \text{ kW}$$

Chọn động cơ có công suất  $N_{dc} = 1,1 \text{ kW}$ , số vòng quay 1500v/ph

#### 4. KẾT LUẬN

Đã xây dựng được mô hình toán biểu diễn qui luật biến đổi của các tham số trong quá trình xát vỏ quả cà phê. Đây là cơ sở lý thuyết quan trọng để xác định các thông số cơ bản về cấu tạo và chế độ làm việc của máy xát vỏ cà phê kiểu rulô ngang hai tầng.

Kết quả tính toán đã xác định được các thông số cơ bản của bộ phận xát vỏ: đường kính rulô xát  $D = 0,22 \text{ m}$ , chiều dài rulô xát  $L = 0,5 \text{ m}$ , số hàng vấu xát trên rulô xát  $z = 69$  hàng, số vấu xát trên một hàng  $m_v = 26$ , khoảng cách giữa các vấu trên một hàng  $\lambda = 19,2 \text{ mm}$ , số vòng quay của rulô xát  $n = 800 \text{ v/ph}$  và công suất động cơ điện  $N_{dc} = 1,1 \text{ kW}$ . Các thông số nghiên cứu trên là cơ sở để thiết kế, chế tạo máy xát vỏ cà phê kiểu rulô ngang hai tầng phục vụ sản xuất.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Phùng Chí Cường, Trần Như Khuyên, Nguyễn Thanh Hải, Nguyễn Khắc Thông. (2018). Nghiên cứu thiết kế máy xát vỏ cà phê kiểu rulô ngang hai tầng XV-1500. *Kỹ yếu hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc về cơ khí lần thứ V*, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.
- Phùng Chí Cường. (2006). Nghiên cứu một số thông số chính về cấu tạo và chế độ làm việc của máy xát vỏ cà phê quả tươi trục ngang hai cấp XV-1500. *Luận văn Thạc sỹ*, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội
- Trần Như Khuyên, Nguyễn Thanh Hải, Hoàng Xuân Anh. (2001). *Nghiên cứu mẫu máy cho dây chuyền công nghệ chế biến cà phê theo phương pháp ướt*. Đề tài NCKH cấp Bộ Giáo dục & Đào tạo, mã số B99-32-48.
- Trần Như Khuyên, Nguyễn Thanh Hải, Hoàng Xuân Anh. (2014). *Giáo trình kỹ thuật chế biến nông sản thực phẩm*. NXB Đại học Nông nghiệp, 251-289.

## BUILDING CALCULATION MODEL OF HULLING PROCESS IN COFFEE HUSK HULLING MACHINE TYPE TWO LAYERS HORIZONTAL CYLINDER XV-1500

**Khuyen Nhu Tran<sup>1\*</sup>, Cuong Chi Phung<sup>2</sup>, Hai Thanh Nguyen<sup>1</sup>, Thong Khac Nguyen<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Vietnam National University of Agriculture; <sup>2</sup>National Economics University;

<sup>3</sup>Ministry of Education and Training

\*Contact email: [khuyentrannhu@gmail.com](mailto:khuyentrannhu@gmail.com)

## ABSTRACT

Coffee husk hulling machine XV-1500, which is used to hull coffee husk with capacity of 1,500 kg/hour, has two layers of cylinder. This machine has simple structure, easy to operate, maintenance and repair. Hence, it is widely used by small and medium coffee factories in Vietnam. To reduce time and costs for designing and manufacturing the machine, the hulling process has been modeled by applying mathematical functions that based on theories of energy balance for peeling cylinder. Some important parameters of structure and working mode have been determined to orient the design and manufacture. Modeling result has determined basic parameters of hulling parts: cylinder diameter  $D= 0,22$  m, cylinder length  $L = 0,5$  m, number of teeth on a row  $m_v = 26$ , distance between each tooth on a row  $\lambda=19,2$  mm, rotation number of hulling roller  $n = 800$  rpm, electric motor capacity  $N_{dc}=1,1$  kW.

**Key words:** Mathematical model, coffee husk hulling machine, coffee, horizontal cylinder.

*Received:* 15<sup>th</sup> March 2019

*Reviewed:* 29<sup>th</sup> March 2019

*Accepted:* 31<sup>st</sup> March 2019