

# MÁY CẮT XƠ DỪA

## COCONUT FIBER CUTTING MACHINE USED FOR LIGHT WEIGHT CONCRETE

Nguyễn Hồng Ngân – Huỳnh Công Lớn

Khoa Cơ Khí, Trường ĐH Bách Khoa Tp.HCM.

### TÓM TẮT

Bài báo đề xuất một mô hình máy cắt xơ dừa cho cốt liệu bê tông nhẹ. Để thiết kế máy cắt, các vấn đề về lý thuyết cơ bản của quá trình cắt bằng lưỡi dao đã được nghiên cứu và trình bày. Cuối cùng một máy cắt xơ dừa đã được chế tạo và đưa vào sử dụng.

### ABSTRACT

Nhatico's light weight concrete - prefabricated product - possesses a portion of coconut fibers. As a matter of truth, due to unstable length of coconut fibers which varies from several mm to hundreds of mm, a homogenous proportioned mix is hardly to obtain. In other hand, a better quality prefabricated-coconut fiber products are yet to be produced. To come over this obstacle, it is vital to design and manufacture a cutting machine used for cutting coconut fibers into of several mm. This paper presents some fundamental theories of cutting process by knife and result of a coconut fiber cutting machine manufactured and used.

### I. Đặt vấn đề:

Trong thành phần cốt liệu cho tấm bê tông xộp nhẹ do xí nghiệp cấu kiện lắp sẵn Nhatico chế tạo có thành phần xơ dừa. Đặc điểm của các sợi dừa thường dài không đều (từ vài mm đến hàng trăm mm), do đó khó đạt được sự trộn xơ dừa đồng nhất trong hỗn hợp bê tông, làm giảm chất lượng sản phẩm cấu kiện. Một yêu cầu được đặt ra là cần phải cắt nhỏ các sợi xơ dừa thành những đoạn có chiều dài từ vài mm đến vài cm. Để đạt được điều đó, một mô hình máy cắt xơ dừa đã được nghiên cứu, chế tạo.

### II. Nguyên lý cấu tạo và lý thuyết tính toán mô hình máy cắt xơ dừa.

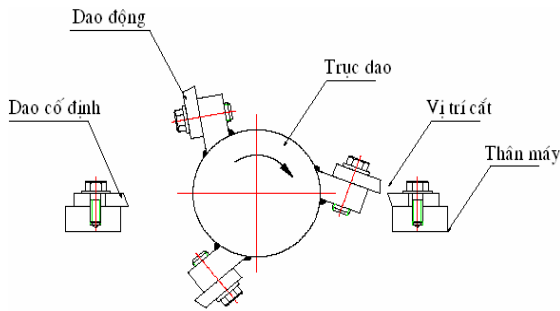
#### 1. Bộ phận cắt:

Bộ phận cắt dùng nguyên lý làm việc của lưỡi “dao cầu” thái thuốc, nghĩa là thái bằng một lưỡi dao chuyển động (quay) và một lưỡi

dao cố định (tấm kê), đồng thời xơ dừa được nén và đưa vào dao thái.

Như vậy về nguyên lý cấu tạo, máy cắt xơ dừa gồm (hình 1): bộ phận thái có một số dao (chuyển động quay) và một tấm kê; dao được lắp vào trống; bộ phận cung cấp gồm hai trục cuốn kết hợp với dây chuyền cung cấp để nén và đưa xơ dừa vào bộ phận thái. Việc điều chỉnh độ dài đoạn thái được thực hiện bằng hai cách: hoặc thay đổi số dao lắp ở trống, hoặc thay đổi tỉ số truyền cho bộ phận cung cấp (cho hai trục cuốn và dây chuyền).

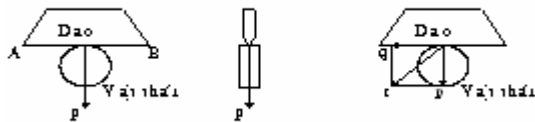
Muốn có độ dài đoạn xơ ngắn hơn ta có thể tăng tỉ số truyền cho bộ phận cung cấp quay chậm hơn, hoặc có thể lắp tăng số dao và ngược lại. Ngoài ra cần phải giải quyết vấn đề điều chỉnh khe hở giữa lưỡi dao và tấm kê (khoảng 0,5 ÷ 1 mm) để được gọn dễ. Dao cắt xơ có cạnh sắc dạng lưỡi thẳng.



Hình 1. Nguyên lý cấu tạo máy cắt xơ dừa

## 2. Cơ sở lý thuyết của quá trình cắt bằng lưỡi dao.

Các bộ phận của những máy cắt thái dùng trong chăn nuôi (rau, cỏ, rơm, củ, quả) thường dựa theo nguyên lý cạnh sắc của lưỡi dao. Quá trình cắt thái thường được thực hiện bằng cách di chuyển cạnh góc nhị diện AB (cạnh sắc) hợp bởi hai mặt phẳng của lưỡi dao theo hướng p vuông góc với cạnh đó (hình 2) hoặc bằng cách di chuyển cạnh sắc AB theo hai hướng vuông góc nhau: vừa theo hướng p (hướng cắt pháp tuyến) vừa theo hướng q vuông góc với p (hướng tiếp tuyến), nghĩa là hướng chéo tổng hợp r (hướng cắt nghiêng).



Hình 2. Tác dụng cắt thái của lưỡi dao

Những thí nghiệm của Viện sĩ Goriatskin V.P [1] đã chứng minh rằng nếu cắt thái theo hướng nghiêng sẽ giảm được lực cần thiết và tăng chất lượng thái so với cắt thái theo hướng pháp tuyến. Trường hợp cắt pháp tuyến là quá trình chặt bỏ, cắt thái không trượt; trường hợp cắt nghiêng là quá trình thái trượt. Ta có thể giải thích điều này bằng một số cơ sở vật lý của quá trình cắt thái bằng lưỡi dao như sau:

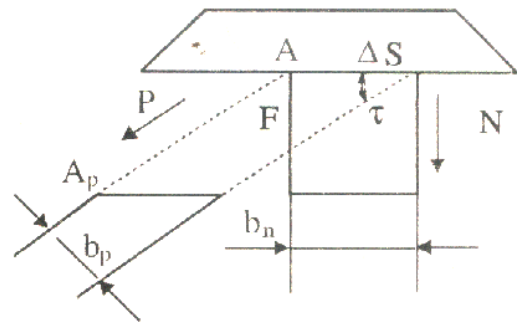
Lưỡi dao dù sắc nhưng khi soi qua kính hiển vi cũng thấy những răng lồi lõm như lưỡi cưa. Do đó, khi lưỡi dao di chuyển có thêm hướng tiếp tuyến, nghĩa là có trượt thì lưỡi dao đã phát huy được tác dụng cưa đứt vật thái. Nếu lưỡi dao chỉ cắt theo hướng pháp tuyến (chặt bỏ), đó là quá trình cắt thái bằng nê, lực cắt thái phải hoàn toàn khắc phục ứng suất nén để cắt đứt vật thể. Còn khi cắt có trượt thì một phần lực cắt sẽ chỉ khắc phục ứng suất kéo; và

các vật liệu, nhất là các loại có sợi như xơ dừa thì ứng suất kéo luôn luôn nhỏ hơn ứng suất nén đang cắt. Nhờ đó tổng hợp lực cắt sẽ nhỏ.

Ngoài ra, khi cắt thái có trượt, lát cắt thái do đoạn  $\delta$  của lưỡi dao thái trượt theo phương p với diện tích F (cm<sup>2</sup>) sẽ rộng hơn bề rộng  $b_p$ , nhỏ hơn bề rộng  $b_r$  khi đoạn  $\Delta S$  thái không trượt (theo phương N) cùng với diện tích F đó (hình 3), vì:

$$b_p = \frac{F}{A.A_1} = b_n \cdot \frac{A.A_n}{A.A_p} = b_n \cdot \cos \tau$$

do đó quá trình cắt thái dễ dàng hơn.



Hình 3. Hình lát cắt khi cắt thái có trượt

Tuy nhiên, do xơ dừa có tính đàn hồi và nhiều thớ, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình lưỡi dao vừa nén vừa trượt tương đối với chỗ tiếp xúc với vật thái. Nếu vật cứng, rắn, không đàn hồi, ít thớ, thì cắt trượt bằng lưỡi dao không hợp lý.

a. *Áp suất riêng q (N/cm) của cạnh sắc lưỡi dao trên vật thái:*

Đây là yếu tố chủ yếu trực tiếp đảm bảo quá trình cắt đứt và liên quan đến các yếu tố khác thuộc phạm vi dao thái và vật thái. Nếu gọi lực cắt thái cần thiết là Q (N) và độ dài đoạn lưỡi

dao là  $\Delta S$  (cm) thì: 
$$q = \frac{Q}{\Delta S}$$

Khi cắt thái bằng cách chặt bỏ không trượt (hình 4),  $q = 50 \div 120$  N/cm đối với vật liệu rơm, xơ, sợi.

Lực cắt thái cần thiết sẽ là:

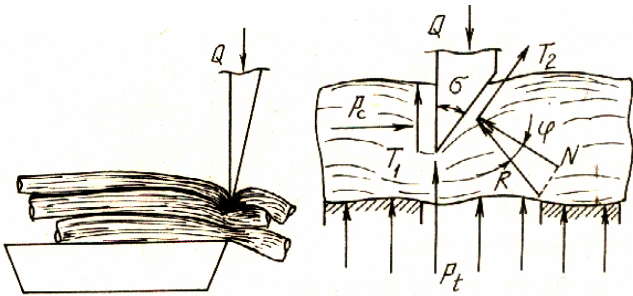
$$Q = P_t + T_1 + T_2 \cdot \cos \sigma$$

Trong đó:

$P_t$  – Lực cản cắt.

$T_1$  – Lực ma sát của vật thái vào mặt bên của mặt bên dao.

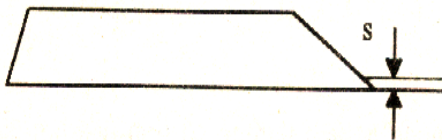
$T_2$  – Lực ma sát do vật thái dịch chuyển bị nén ép tác động vào một với cạnh sắc lưỡi dao.



Hình 4. Cắt thái bằng cách chặt bỏ không trượt

b. Các yếu tố chính thuộc về dao thái:

- Độ sắc (mm) của cạnh lưỡi dao: chính là chiều dày S của nó (hình 5). Thông thường độ sắc cực tiểu đạt tới  $20 \div 40 \mu\text{m}$ . Đối với các máy thái rom sợi, rau củ, S không vượt quá  $100 \mu\text{m}$ , nếu S quá  $100 \mu\text{m}$  lưỡi dao coi như bắt đầu cùn và thái kém. Rõ ràng độ sắc càng lớn thì áp suất riêng q càng tăng.



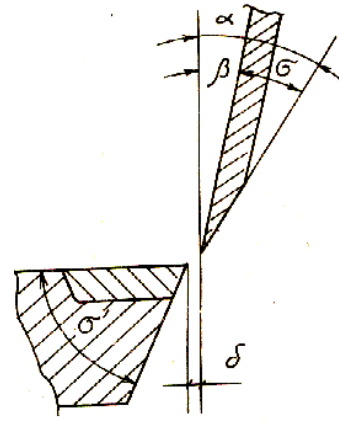
Hình 5. Lưỡi dao

Nếu gọi ứng suất cắt của vật thái  $\sigma_c$  thì:

$$q = S \cdot \sigma_c$$

- Góc cắt thái  $\alpha$  là góc hợp bởi góc đặt dao  $\beta$  và góc mài  $\sigma$ .  $\alpha = \beta + \sigma$

Góc đặt dao  $\beta$  phải tính toán thiết kế sao cho lớp sợi khi được dao thái xong và tiếp tục được cuốn vào, sẽ không chạm vào mặt dao, tránh ma sát vô ích (hình 6). Vấn đề tính toán góc đặt dao  $\beta$  sẽ phụ thuộc vào vận tốc quay của dao thái, vận tốc sợi cuốn vào, dạng cạnh sắc của lưỡi dao.



Hình 6. Sơ đồ lưỡi cắt động và tĩnh

Góc mài dao  $\sigma$  nói chung nhỏ, nhưng vì độ bền của vật làm dao có hạn cho nên góc mài của máy cắt thường lớn hơn hay bằng  $12^\circ$ : đối với các máy thái rau củ rom:  $\sigma = 12 \div 15^\circ$  (riêng đối với tấm kê thái,  $\sigma = 25 \div 30^\circ$ ).

- Vận tốc của dao thái v (m/giây): vận tốc dao thái ảnh hưởng đến quá trình cắt thái, thể hiện cụ thể bằng những đồ thị thực nghiệm biểu diễn bằng những đồ thị thực nghiệm biểu diễn sự biến thiên của áp suất riêng q hoặc lực cắt thái  $P_t$  và công cắt thái  $A_{ct}$  với vận tốc của dao thái.

Theo Reijnik, ta có thể tính theo công thức thực nghiệm:

$$P_t = 75 \cdot 10^{-0,0019} \cdot q \cdot v^{2,6} + 40$$

Vận tốc tối ưu bằng  $35 \div 40$  m/s.

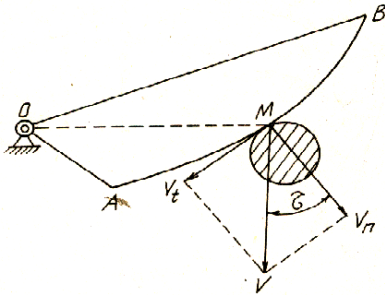
c. Điều kiện trượt của lưỡi dao trên vật thái.

Nhận thấy rằng, đường trượt của lưỡi dao trên vật thái càng dài thì lực cản cắt thái càng giảm. Hình 7 thể hiện hiện tượng trượt nói chung của lưỡi dao trên lớp vật thái. Vận tốc v của lưỡi dao lên vật thái tại điểm M có thể được phân thành hai thành phần: thành phần vận tốc pháp tuyến  $v_n$  (vuông góc với lưỡi dao), là vận tốc của lưỡi dao ngấp sâu vào vật thái. Vận tốc tiếp tuyến  $v_t$  gây nên chuyển động trượt dao so với vật thái. Góc trượt  $\tau$

$$\text{được xác định qua tỉ số } \operatorname{tg} \tau = \frac{v_t}{v_n}$$

Thực nghiệm của Goriatskin [1] đã chứng minh lực cắt chỉ giảm nhiều ứng với một góc trượt nhất định của dao. Thí nghiệm cho thấy  $\tau \geq 30$  lực cắt giảm nhiều. Phân tích sự tương tác lực giữa dao và sợi thái nhận thấy chỉ khi góc

trượt  $\tau$  lớn hơn hoặc bằng góc ma sát cắt trượt  $\varphi'$  giữa dao và vật thái thì mới xảy ra sự trượt, thực sự dao mới phát huy được khi nâng các sợi (bằng những lưỡi răng cưa rất nhỏ) và lực cắt thái mới giảm được nhiều, cắt thái mới dễ dàng.



Hình 7. Hiện tượng trượt của dao

*d. Quan hệ giữa dao thái và tấm kê thái.*

- Khe hở  $\delta$ : thực nghiệm cho thấy ảnh hưởng của khe hở dao cắt  $\delta$  với công suất cắt  $N$ :  $\delta$  có một giới hạn thích hợp để đảm bảo cho  $N$  tương đối nhỏ. Đối với máy cắt xơ, sợi,  $\delta$  không quá 0,5 mm.

- Góc kẹp  $\lambda$  và điều kiện kẹp vật thái giữa cạnh sắc lưỡi dao và cạnh sắc tấm kê.

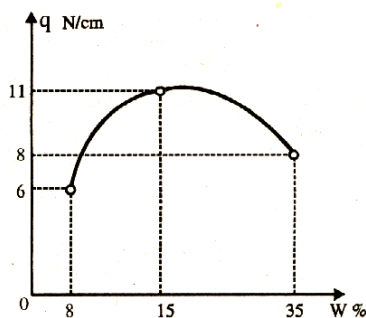
Giá trị góc kẹp  $\lambda$  phải được đảm bảo khi thiết kế bộ phận dao thái có tấm kê và điều kiện để dao và tấm kê kẹp được vật thái không cho vật thái trôi ra ngoài. Muốn vậy:  $\lambda \leq \varphi_1 + \varphi_2$

$\lambda$  - là góc kẹp của lưỡi dao và tấm kê với thái. sợi;  $\varphi_1, \varphi_2$  là góc ma sát cắt trượt của vật thái với dao, và với tấm kê.

*e. Độ bền và chất lượng của vật thái.*

Đó là vấn đề lực cản cắt thái  $p$  của sợi thái, độ ẩm  $W\%$  của vật thái (hình 8).

Khi độ ẩm còn thấp ( $8 \div 15\%$ ) áp suất cắt thái riêng, tăng dần nhưng khi  $W < 15\%$  thì áp suất cắt thái riêng giảm đi.



Hình 8. Quan hệ giữa độ ẩm và áp suất riêng

*f. Năng lượng cắt thái.*

Năng lượng cắt thái và đặc biệt là công cắt thái riêng là thông số quan trọng nhất của quá trình cắt.

Năng lượng cắt thái được tính dựa trên cơ sở xác định mômen cản cắt thái  $M_{ct}$  và vận tốc góc của lưỡi dao  $\omega$  (với  $\omega = \frac{d\theta}{dt}$  :  $\theta$  góc quay dao;  $t$  - thời gian quay).

Công suất cắt thái được tính bằng tích của  $M_{ct} \cdot \omega$

$$M_{ct} \cdot \omega = q \cdot \frac{dF}{dt} (1 + f' \operatorname{tg} \tau)$$

Trong đó:

$dF$  - độ tăng vi phân của diện tích được thái.

$f'$  - hệ số cắt trượt.

$\tau$  - góc trượt hợp bởi 2 vận tốc  $v$  (tiếp tuyến của hướng dao cắt và  $v_n$  tịnh tiến của dao lên vật thái).

Người ta gọi  $(1 + f' \operatorname{tg} \tau)$  là hệ số đặc tính của dao thái.

Như vậy công suất cắt thái cần thiết được xác định bằng áp suất riêng trên mỗi đơn vị độ dài của lưỡi dao đã thái, diện tích được thái trong mỗi đơn vị thời gian  $d'F/dt$  (có thể gọi là "Vận tốc cắt thái") và hệ số đặc tính của dao.

**III. Đặc tính máy cắt xơ dừa.**

Để tính toán thiết kế máy cắt chúng tôi đã tham khảo một số đặc tính cơ lý của vỏ dừa (theo tài liệu 4) như sau:

- Hệ số ma sát tĩnh của vỏ dừa khô với thép theo bề mặt trơn bên ngoài  $f = 0,36 \div 0,40$  theo mặt nhám bên trong  $f = 0,42 - 0,45$ , hệ số ma sát tĩnh của vỏ dừa khô sau khi qua máy đập được phun nước với thép, theo mặt trơn  $f = 0,57$ ; theo mặt nhám  $f = 0,71 - 0,8$ .

- Lực xé ngang cực đại để tách rời hai mảnh của vỏ dừa xanh là 189,5 N, vỏ dừa rằm 201,7 N và vỏ dừa khô 263,3 N.

- Qui lực giữa áp suất nén  $p$  và biến dạng tương đối  $x$  của vỏ dừa ở các dạng: đặt vỏ úp, đặt vỏ ngửa và đặt vỏ nghiêng tại các vị trí cuống quả, giữa quả và cuối quả:

Dạng đặt vỏ úp vị trí giữa quả:

$$p = 16,67 \cdot \operatorname{tg} 0,0164x.$$

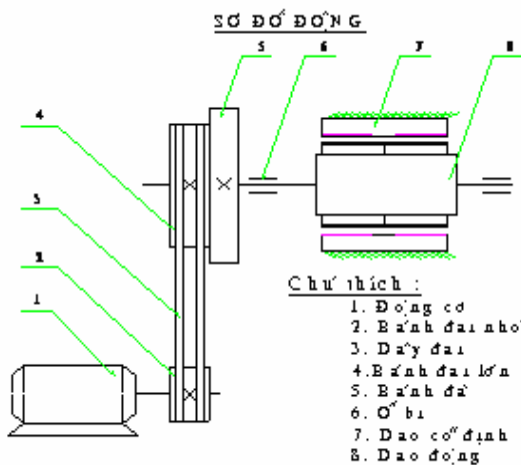
Dạng đặt vỏ nghiêng ở vị trí giữa quả:

$$p = 51,86 \cdot \operatorname{tg} 0,0163x$$

Dạng đặt vỏ ngữ vị trí giữa quả:  
 $p = 59,93.tg 0,0157x$

Dạng mô hình tổng quát:  $p = a.tg (bx)$ , trong đó a là hệ số đặt trung cho sự phân bố vật liệu trong vỏ dừa.

Dựa trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết và các đặc tính của vật liệu xơ dừa, chúng tôi đã nghiên cứu hoàn thành một mô hình máy cắt xơ dừa cỡ nhỏ có kết cấu như trên hình:



Hình 9. Sơ đồ động của máy cắt

Đặc điểm cấu tạo máy gồm rô tô quay gắn các dao cắt, các dao này cắt xuống các xơ dừa được thả xuống từ cửa nạp và nằm trên các dao cố định mà có thể điều chỉnh được. Rô to cùng các dao nhận được truyền động quay từ động cơ thông qua bộ truyền động đai. Xơ dừa sau khi cắt sẽ được rơi xuống lưới phía dưới ra ngoài, các sợi xơ dài hơn kích thước đã định sẽ được tiếp dao quay đưa lên cắt tiếp ở chu kỳ quay tiếp theo.

- Các đặc tính của máy:
  - Số dao cắt cố định: 2
  - Số dao cắt di động (quay): 6
  - Khoảng dịch dịch chỉnh giữa dao cố định và di động : 0,5-1mm.
  - Góc mài dao di động  $\geq 15^{\circ}$  ; dao cố định  $25-30^{\circ}$
  - Góc nghiêng đường trục dao quay so với trục rotor:  $5^{\circ}$
  - Đường kính rôto: 100mm.
  - Chiều dài rotor: 200 mm
  - Đường kính quét của dao di động: 200mm

- Chiều dài dao cắt: 100mm
- Vận tốc quay rôto: 600vòng/phút
- Công suất động cơ: 3 kw
- Tỷ số bộ truyền đai: 2,3
- Kích thước bao: 710x 964x490 mm

\* Các kết quả thử nghiệm được:

Máy đã thử nghiệm cắt xơ dừa đạt năng suất 60 kg/giờ . Kích thước xơ đạt được thay đổi từ 5-10 mm.



Hình 10 a - Tổng thể máy.



Hình 10 b - Bộ phận công tác- dao cắt.

#### IV. Kết luận.

Qua máy mô hình đã thử nghiệm, ta nhận thấy có thể chế tạo các máy cắt xơ dừa kích thước trong khoảng 1 - 3cm với công suất lớn hơn. Để tăng năng suất và hiệu quả cắt cần nghiên cứu bổ xung thêm trục cuốn nạp xơ vào buồng máy và có những kết quả thử nghiệm để

điều chỉnh độ dài đoạn thái bằng sự thay đổi số dao di động cũng như vận tốc quay của trục rôto và trục nạp liệu.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO:**

[1] Azarov B.M. : Технологическое оборудование пищевых производств Агропромиздат - Москва , 1988.

[2] Nguyễn Như Thung và cộng sự: Máy và thiết bị chế biến thức ăn chăn nuôi, NXB KHKT, 1987.

[3] Trần Minh Vương, Nguyễn Thị Minh Thuận, Máy phục vụ chăn nuôi, NXB Giáo dục, 1999.

[4] Trần Văn Khải “Nghiên cứu hoàn thiện thiết bị đập tước chỉ xơ dừa” luận án tiến sĩ , Viện Cơ khí Nông nghiệp và Công nghệ Sau thu hoạch, 2005.