

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM ĐƠN YẾU TỐ CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ CỦA BỘ PHẬN CẮT RƠM LIÊN HỢP VỚI MÁY ĐẬP LÚA

Nguyễn Văn Tam^{1,3*}, Lê Minh Lu² và Nguyễn Xuân Thiét²

¹Nghiên cứu sinh Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, ²Khoa Cơ - Điện, Trường Đại học
Nông nghiệp Hà Nội, ³Trường Cao đẳng nghề Cơ giới Ninh Bình

Email*: tamck45@gmail.com

Ngày gửi bài: 06.06.2013

Ngày chấp nhận: 22.08.2013

TÓM TẮT

Nghiên cứu bộ phận cắt rơm liên hợp với máy đập lúa nhằm khai thác hiệu quả rơm sau thu hoạch đã và đang được thực hiện tại khoa Cơ - Điện, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội. Nguyên lý cấu tạo bộ phận cắt rơm trình bày trong hình 1. Trong phần nghiên cứu này, nhóm tác giả giới thiệu tiếp một số kết quả nghiên cứu thí nghiệm đơn yếu tố, của một số thông số làm việc của bộ phận cắt rơm ảnh hưởng đến chất lượng cắt và chi phí năng lượng cắt. Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho việc nghiên cứu đa yếu tố tìm giá trị tối ưu cho các thông số nghiên cứu. Nghiên cứu cho kết quả vùng ảnh hưởng của vận tốc cắt v (m/s), lượng cung cấp q (kg/s) và góc kẹp λ (độ) đến chất lượng cắt x (%) và chi phí năng lượng riêng Ne (kW.s/kg).

Từ khóa: Máy thu hoạch, máy gặt đập liên hợp, máy tuốt lúa, máy cắt rơm, bộ phận đập.

Experimental Results of A Single Element Parameters of Straw Chopping Parts Combined with Threshing Machines

ABSTRACT

Research on rice harvesters/combiners towards particle separation and the short straw chopped into short segments to efficiently exploit post-harvest straw has been carried out in recent years at the Faculty of Engineering, Hanoi University of Agriculture. Principles of structure and model of straw chopping machine was presented. In this study, the authors provided additional research and experimentation results of single element parameters affecting the cutting quality and cutting energy cost for operation of chopping straws. The findings can serve as the basis for studying multiple factors to find optimal parameters. Research showed the effect domain of cutting speed v (m/s), the supply quantity q (kg/s) and clamp angle λ (degrees) on the quality of cut x (%) and the specific energy costs Ne (kW.s/kg).

Keywords: Combiner, harvester, threshing machine, straw chopping machine.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam, tổng diện tích trồng lúa cả nước năm 2012 đạt gần 7,8 triệu ha, lượng rơm rạ ước đạt mỗi năm khoảng 40 triệu tấn (Nguyễn Việt Chiến, 2012). Trong những năm trở lại đây đã có nhiều nghiên cứu nhằm khai thác hiệu quả nguồn phụ phẩm này như: ủ làm phân vi sinh để trồng nấm; dự trữ làm thức ăn cho đại gia súc; làm gỗ công nghiệp... Trong quy trình xử lý rơm, độ dài đoạn rơm sau khi cắt tùy từng mục đích

khai thác mà có độ dài như: làm phân vi sinh khoảng 10cm (Trần Minh Vương, 2003); làm gỗ công nghiệp từ 5 ÷ 10cm (Công ty Cổ phần nghiên cứu và phát triển công nghệ sạch, 2013); trồng nấm khoảng 10cm (Lê Duy Thắng, 2009).

Cho đến nay đã có nhiều hướng nghiên cứu, thiết kế mẫu máy cắt rơm, song các mẫu máy đó còn ở dạng làm việc độc lập tại xưởng hoặc nhà kho và cần nhân công cấp liệu. Để tận dụng rơm sau thu hoạch có hiệu quả hơn, rơm sau khi thu hoạch được cắt ngắn ngay tại ruộng để làm phân

vi sinh, giảm chi phí vận chuyển, nhân công cho việc khai thác rơm trồng nấm hoặc làm gỗ công nghiệp... Nhóm tác giả đã và đang nghiên cứu cải tiến máy đập lúa theo hướng đập tách hạt đồng thời cắt ngắn rơm với độ dài đoạn cắt nhỏ hơn 10cm. Mục đích làm ngắn ngay rơm rạ sau khi thu hoạch để có thể xử lý làm phân vi sinh, trồng nấm, làm gỗ công nghiệp và tạo thuận lợi cho các công đoạn khai thác khác sau đó.

Bộ phận cắt rơm được thiết kế thành một mô đun độc lập, để thuận tiện cho việc kết nối với bộ phận đập trong máy đập lúa tĩnh tại hoặc máy gặt đập. Bộ phận cắt làm việc theo nguyên lý dao cắt cố định, tấm kê quay. Trong phần nghiên cứu thực nghiệm, mô hình thí nghiệm bộ phận cắt rơm được bố trí ngay tại cửa ra của máy đập lúa tĩnh tại để đảm bảo điều kiện thí nghiệm sát với điều kiện làm việc thực tế của bộ phận cắt (Lê Minh Lư và cộng sự, 2011).

Bộ phận cắt được đánh giá thông qua hai chỉ tiêu: chất lượng cắt $x(\%)$ và chi phí năng lượng riêng $Ne(kW.s/kg)$. Qua đó, nội dung chính là nghiên cứu thực nghiệm các thông số kỹ thuật chính của bộ phận cắt rơm: vận tốc cắt $v(m/s)$; lượng cung cấp $q(kg/s)$; và góc kẹp $\lambda(\text{độ})$ làm cơ sở cho các nghiên cứu hoàn thiện tiếp theo.

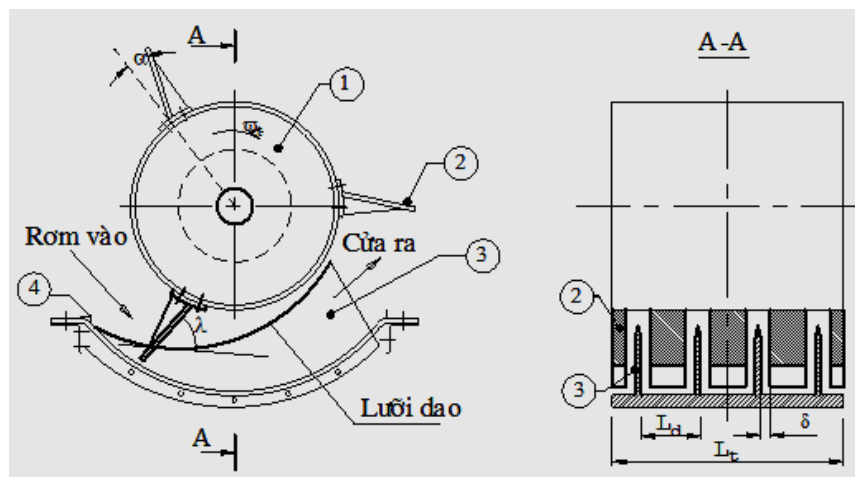
2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Thí nghiệm được thực hiện với rơm rỗi thu được ngay sau cửa ra của bộ phận đập của máy đập lúa tĩnh tại. Theo kết quả khảo nghiệm tại Khoa Cơ điện Trường Đại học Nông nghiệp - Hà Nội, máy đập lúa do Công ty TNHH Cơ khí Việt Nhật tại Xuân Tiến - Xuân Trường - Nam Định có đường kính trống 0,4m; chiều dài trống đập 2,2m và năng suất 4 (t/ha), giống lúa thí nghiệm BC15 với kết quả nhận được như sau: chiều dài thân lúa sau khi gặt $50 \div 60\text{cm}$; độ ẩm của rơm sau khi qua máy đập lúa từ $65 \div 75\%$; tỷ lệ giữa lượng lúa trước khi đưa vào máy đập và lượng rơm sau khi thoát ra từ cửa ra của máy đập là 2:1; hệ số ma sát giữa rơm tươi và sắt $f = 0,49 \div 0,57$.

2.2. Nguyên lý cấu tạo của bộ phận cắt rơm

Bộ phận cắt rơm (Hình 1) hoạt động theo nguyên lý cánh gạt (tấm kê) quay, dao cắt cố định. Các bộ phận làm việc chính của máy gồm: trống quay 1, cánh gạt 2 lắp trên trống quay nghiêng với phương hướng kính một góc α , dao cắt cố định 3 lắp cố định trên máng bao. Biên dạng của dao cắt cố định 3 được thiết kế sao cho phương tiếp tuyến trên lưỡi dao tại vị trí giao điểm với cánh gạt và phương cánh gạt thỏa mãn điều kiện kẹp. Các dao cắt cố định bố trí nhiều dao song song với nhau theo phương đường sinh của trống, khoảng cách giữa hai dao cắt cố định quyết định đến chiều dài của đoạn thái.



Hình 1. Cấu tạo bộ phận cắt rơm

(1- Trống quay; 2- Cánh gạt; 3- các dao cố định)

Rơm từ cửa ra của bộ phận đập được cấp thẳng vào cửa cấp liệu của bộ phận cắt. Cánh gạt 2 quay theo trống quay 1, đưa khối rơm trượt ngang trên cạnh sắc của dao cắt 3 từ cửa vào đến cửa ra với một áp lực cắt cần thiết để cắt ngắn rơm đồng thời hất tung khối rơm đã được cắt ngắn ra khỏi cửa thoát liệu. Các thông số chính ảnh hưởng đến chất lượng cắt và chi phí năng lượng cắt được nghiên cứu là: vận tốc cắt v (m/s); lượng cung cấp q (kg/s); góc kẹp λ (độ) và khe hở giữa dao cắt và cánh gạt δ (mm).

2.3. Thiết kế thí nghiệm

2.3.1. Một số khái niệm và lựa chọn cơ bản

Vận tốc cắt v (m/s) là vận tốc dài lấy tại vị trí đầu của cánh gạt.

Lượng cung cấp q (kg/s) là khối lượng rơm được đưa vào bộ phận cắt trên một đơn vị thời gian.

Góc kẹp λ (độ) là góc tạo bởi phương dọc của cánh gạt với phương tiếp tuyến của lưỡi dao tại giao điểm của cánh gạt với lưỡi dao (Hình 1).

Khe hở δ (mm) là khe hở giữa dao cắt và cánh gạt (Hình 1). Thông số khe hở này đã được xác định và trình bày vào nội dung khác (Nguyễn Văn Tam và cộng sự, 2013), do đó trong bài báo không giới thiệu đến thông số khe hở δ .

Khối rơm cắt đạt là khối rơm sau khi qua bộ phận cắt có chiều dài các cọng rơm không lớn hơn 10cm. Khối rơm cắt không đạt là khối rơm sau khi qua bộ phận cắt có chiều dài của các cọng rơm lớn hơn 10cm. Khối rơm qua bộ phận cắt là tổng khối rơm cắt đạt và khối rơm cắt không đạt.

Chất lượng cắt của cửa bộ phận cắt rơm được đánh giá thông qua tỷ lệ cắt, xác định bằng phần trăm của khối rơm cắt đạt trên khối rơm qua bộ phận cắt trong một lần thí nghiệm x (%):

$$x = \frac{m_{cd}}{m_{kr}} \cdot 100 \quad (1)$$

trong đó: m_{cd} : khối rơm cắt đạt; m_{kr} : khối rơm qua bộ phận cắt.

Chi phí năng lượng riêng Ne là công cần thiết để cắt một đơn vị khối lượng rơm:

$$Ne = \frac{N}{q} \quad (\text{kW.s / kg}) \quad (2)$$

Trong đó: N : công suất trên trục bộ phận cắt (kW); q : lượng cung cấp (kg/s).

Các thông số nghiên cứu:

Thông số vào: vận tốc cắt v (m/s), lượng cung cấp q (kg/s) và góc kẹp λ (độ).

Thông số ra: chất lượng cắt x (%) và chi phí năng lượng riêng Ne (kW.s/kg)

Từ phân tích trên, ta thấy cần phải xác định mức độ ảnh hưởng và vùng tối ưu của các thông số vào như: v (m/s); q (kg/s); λ (độ) đến chất lượng cắt x (%) có giá trị cao và chi phí năng lượng riêng Ne (kW.s/kg) phù hợp. Để xác định các thông số này, ta lựa chọn vùng giá trị nghiên cứu của các thông số vào như sau:

- Vận tốc cắt v (m/s): theo nghiên cứu lý thuyết đối với các máy cắt rơm có nguyên lý cắt thông thường (dao quay tấm kê cố định) có dải vận tốc cắt trong khoảng 30÷40 (m/s) (Trần Minh Vương, 2003). Ngoài ra, một số máy băm rơm dạng kiện như: Patz 9427 có vận tốc cắt 18,95 (m/s) (Patz Corporation, 2011)... Từ kết quả nghiên cứu lý thuyết và nghiên cứu khảo nghiệm bằng mô hình chọn vùng nghiên cứu thăm dò cho vận tốc cắt từ 15÷35 (m/s).

- Lượng cung cấp q (kg/s): lượng cung cấp vào bộ phận cắt phụ thuộc vào năng suất của máy đập lúa. Nghiên cứu với máy đập lúa có năng suất định mức 4T/h, máy đập làm việc ở chế độ định mức với lúa thí nghiệm đã trình bày ở trên, lượng rơm thoát ra từ máy đập khoảng 0,56 (kg/s). Lượng rơm thoát ra từ cửa ra của máy đập là lượng cung cấp rơm cho bộ phận cắt. Trong thực tế khi thí nghiệm với máy đập lúa trên, thời gian thí nghiệm nhỏ so với thời gian khi máy làm việc bình thường, ta có thể điều chỉnh năng suất của máy đập từ 2÷5(t/h) với lượng rơm thoát ra từ cửa ra của máy đập tương ứng từ 0,3÷0,7 (kg/s). Vậy chọn vùng nghiên cứu lượng cung cấp của bộ phận cắt $q = 0,3\div 0,7$ (kg/s) làm vùng nghiên cứu thăm dò.

- Góc kẹp λ (độ): Theo lý thuyết cắt thái điều kiện kẹp của vật thái $\lambda \leq 2\varphi'$, trong đó φ' là góc ma sát giữa rơm tươi và sắt, mặt khác điều

kiện kẹp của vật thái giữa cạnh sắc dao và tấm kê $\lambda = 24 \div 50^\circ$ (Trần Minh Vương, 2003). Từ kết quả xác định hệ số ma sát và nghiên cứu lý thuyết ta chọn vùng nghiên cứu góc kẹp $\lambda = 25 \div 65^\circ$ làm vùng nghiên cứu thăm dò.

- Khe hở giữa dao và cánh gạt đã xác định vùng ảnh hưởng và chọn $\delta = 2\text{mm}$ làm thông số nghiên cứu.

- Thông số cấu tạo bộ phận cắt tính theo kích thước của ra rơm và năng suất máy đập lúa.

- Khoảng cách giữa các dao cắt cố định được xác định theo chiều dài đoạn rơm sau khi cắt ≤ 10 (cm), số dao cố định và bề rộng của bộ phận cắt. Từ kết quả nghiên cứu khảo nghiệm với bộ phận cắt dạng mô hình cho thấy khoảng cách giữa hai dao khoảng 30mm là phù hợp, đảm bảo bề rộng của cánh gạt đủ độ ổn định ngang và cho chất lượng cắt cao. Từ đó để thuận lợi cho việc nghiên cứu các thông số khác, khoảng cách giữa hai dao cố định được chọn là 30mm.

2.3.2. Bố trí thí nghiệm và lựa chọn thiết bị đo

Các thiết bị cần thiết cho quá trình thí nghiệm và nhận kết quả đo:

Cân đồng hồ lò xo do công ty TNHH Nhơn Hòa - TP.HCM sản xuất

+ CĐH 1,5: Cân đồng hồ mã 1,5kg, cấp chính xác III, sai số tối đa $\pm 7,5\text{g}$, sai số tối thiểu $\pm 3,75\text{g}$, sản xuất tháng 12 năm 2011.

+ CĐH 30: Cân đồng hồ mã 30kg cấp chính xác III, sai số tối đa $\pm 150\text{g}$, sai số tối thiểu $\pm 50\text{g}$, sản xuất tháng 12 năm 2011.

- Biến tần SV110 IP5-4NU dùng để thay đổi các mức tốc độ cắt khác nhau trong các thí nghiệm.

- Hệ thống thiết bị đo mô men và công suất (hình 2): Cảm biến quang OMRON E3F-DS10C4; Đầu đo momen KSM SD1000QA và bộ thu thập xử lý số liệu DEWE-3010. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống đã được trình bày ở nội dung trước (Nguyễn Văn Tam và cộng sự, 2013).

Cảm biến quang cho kết quả đo tốc độ quay n (vg/ph) theo công thức:

$$n = \frac{f}{p} \cdot 60 \text{ (vg/ph)} \quad (3)$$

trong đó:

f - tần số, (Hz);

p - Số mặt phản xạ trên trục quay.

Công suất được tính theo công thức:

$$N = \omega \cdot M_c \cdot 1000 \text{ (kW)} \quad (4)$$

trong đó:

ω : vận tốc góc (rad/s);

n : Tốc độ quay, (vg/ph);

M_c : Mô men cản cắt (Nm).

Bố trí thí nghiệm

- Địa điểm thí nghiệm: Khoa Cơ Điện - Trường Đại học Nông nghiệp HN

- Thời gian thí nghiệm: Tháng 11 năm 2012

- Đơn vị đo kết quả thí nghiệm: Trung tâm khảo nghiệm máy nông nghiệp Quốc gia. Địa chỉ: TT. Trâu Quỳ - Gia Lâm - Hà Nội.



OMRON E3F-DS10C4



KSM SD1000QA

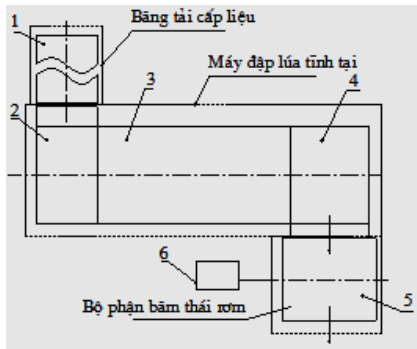


DEWE-3010



Lắp đặt thiết bị đo

Hình 2. hệ thống thiết bị đo mô men và công suất



a) Sơ đồ bố trí thí nghiệm

b) Mô hình thí nghiệm

Hình 3. Mô hình thí nghiệm bộ phận cắt rơm liên hợp với máy đập lúa

(1- Bảng tải cấp lúa; 2- vùng vào lúa; 3- vùng đập tách hạt; 4- vùng thoát rơm; 5- bộ phận cắt rơm; 6- hệ thống thiết bị đo mômen)

Với sơ đồ thí nghiệm (Hình 3), nguyên lý hoạt động của mô hình như sau: Khi lúa được cấp lên bảng tải, nhờ bảng tải lúa được đưa đều vào máy đập qua cửa vào lúa 2, lúa được đập tách hạt ở vùng đập lúa 3, phần rơm được đưa ra vùng thoát rơm 4 và nhờ cánh tung rơm của máy đập tung trực tiếp rơm vào bộ phận cắt rơm 5. Quá trình cắt rơm được thực hiện, đồng thời thiết bị đo mô men 6 có hiệu ứng và cho kết quả đo dưới dạng bảng và đồ thị.

- Cách thức xác định lượng cung cấp q (kg/s)

Để xác định lượng cung cấp q , ta xác định lượng cung cấp lúa vào máy đập q_1 (kg lúa/s), thiết kế bảng tải cấp lúa có vận tốc dài bảng tải là $v_{bt} = 0,25\text{m/s}$. Để có lượng cung cấp q vào bộ phận cắt với năm mức thí nghiệm $q = 0,3; 0,4; 0,5;$

$0,6$ và $0,7(\text{kg/s})$ ta cần lượng cung cấp lúa vào máy đập $q_1 = 0,6; 0,8; 1; 1,2$ và $1,4$ (kg lúa/s). Từ vận tốc bảng tải, ta có khối lúa thí nghiệm cần thiết trên 1m chiều dài bảng tải cho các mức thí nghiệm như trên lần lượt là: $m_1 = q_1/v_{bt} = 2,4; 3,2; 4; 4,8$ và $5,6$ (kg lúa/m bảng tải).

Với giống lúa thí nghiệm BC15 có chiều dài cây lúa sau khi cắt trung bình 60cm. Ở từng mức thí nghiệm ta bó khối lúa có khối lượng bằng $m_1/2$ sau đó xếp gối lên nhau trên bảng tải sao cho mỗi mét dài bảng tải đặt hai bó lúa. Với cách làm này, trong quá trình thí nghiệm ta đặt bó lúa liên tục trên bảng tải, khi đó quá trình cấp lúa sẽ cho được lượng cung cấp $q(\text{kg/s})$ cần thiết.

- Các bước thực hiện thí nghiệm:

Bảng 1. Bảng ký hiệu mã cho các lần thí nghiệm

TT	Mã thí nghiệm xác định vùng vận tốc cắt $v_o(\text{m/s})$ tối ưu	TT	Mã thí nghiệm xác định vùng lượng cung cấp $q_o(\text{kg/s})$ tối ưu	TT	Mã thí nghiệm xác định vùng góc kẹp $\lambda_o(\text{độ})$ tối ưu
1	$v_o: v15-q05-\lambda35-\delta2$	6	$q_o: v_o-q03-\lambda35-\delta2$	11	$\lambda_o: v_o-q_o-\lambda25-\delta2$
2	$v_o: v20-q05-\lambda35-\delta2$	7	$q_o: v_o-q04-\lambda35-\delta2$	12	$\lambda_o: v_o-q_o-\lambda35-\delta2$
3	$v_o: v25-q05-\lambda35-\delta2$	8	$q_o: v_o-q05-\lambda35-\delta2$	13	$\lambda_o: v_o-q_o-\lambda45-\delta2$
4	$v_o: v30-q05-\lambda35-\delta2$	9	$q_o: v_o-q06-\lambda35-\delta2$	14	$\lambda_o: v_o-q_o-\lambda55-\delta2$
5	$v_o: v35-q05-\lambda35-\delta2$	10	$q_o: v_o-q07-\lambda35-\delta2$	15	$\lambda_o: v_o-q_o-\lambda65-\delta2$

Chú thích: Mã thí nghiệm trên cho biết mục đích của thí nghiệm và các thông số đầu vào khi thí nghiệm: ký hiệu trước dấu “:” ứng với ký hiệu thông số nào là thí nghiệm tìm vùng tối ưu cho thông số đó, các số đứng sau dấu “:” mà đứng sau thông số nào là giá trị thí nghiệm với thông số đó. Ví dụ, thí nghiệm số 3 có mã thí nghiệm là: $v_o: v25-q05-\lambda35-\delta2$ đó là thí nghiệm xác định vùng vận tốc tối ưu, các thông số thí nghiệm $v = 25\text{m/s}; q = 0,5\text{kg/s}; \lambda = 35$ độ và khe hở $\delta = 2\text{mm}$.

Để xác định vùng làm việc của các thông số nghiên cứu sao cho chất lượng cắt x (%) đạt kết quả cao và chi phí năng lượng riêng Ne (kW.s/kg) phù hợp của bộ phận cắt rơm, với mỗi thông số cần xác định, ta tiến hành năm mức thí nghiệm khác nhau và mỗi mức được lặp lại ba lần. Để thuận lợi cho việc bố trí thứ tự thí nghiệm, lập bảng kế hoạch thí nghiệm xác định vùng tối ưu cho từng thông số nghiên cứu được ký hiệu theo mã cho mỗi thí nghiệm được trình bày trên bảng 1.

2.3.3. Phương pháp lấy mẫu và xử lý số liệu

Bộ phận cắt bằm được đánh giá thông qua hai chỉ tiêu là tỷ lệ cắt đạt x(%) và chi phí năng lượng riêng Ne.

Để xác định chất lượng cắt cho một lần thí nghiệm với khối rơm sau khi qua bộ phận cắt được tung ra phía sau bộ phận cắt, ta phân vùng cho khối rơm sau khi được cắt theo ba vùng: vùng gần bộ phận cắt, vùng xa bộ phận cắt và vùng tập trung nhiều rơm hơn là vùng ở giữa vùng gần và vùng xa. Tại mỗi vùng này, lấy 1kg rơm và đem phân loại bằng thủ công, tức là nhặt những cọng rơm có chiều dài > 10cm được khối rơm cắt không đạt và đem cân, sau đó lấy khối rơm lấy mẫu trừ cho khối rơm cắt không đạt ta được khối lượng rơm cắt đạt, lấy khối rơm cắt đạt chia cho khối rơm lấy mẫu tính theo phần trăm ta được chất lượng cắt. Trung bình chất lượng cắt tại ba vị trí lấy mẫu trên thu được chất lượng cắt của một lần thí nghiệm.

Chi phí năng lượng riêng Ne (kW.s/kg) được xác định theo công thức (2), trong đó: giá trị công suất N là giá trị công suất trung bình tính toán nhờ kết quả ghi lại của thiết bị đo công suất, q là lượng cung cấp ở mức thí nghiệm đang xét.

Xử lý kết quả thí nghiệm

Đối với kết quả thí nghiệm, các kết quả nghi ngờ sai số thô được loại bỏ theo các bước sau:

Có n phép đo có kết quả đo x_i , tính:

$$X_{tb} = \frac{\sum x_i}{n}; v_i = x_i - X_{tb};$$

Tính độ lệch chuẩn $\sigma = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}}$, tính $k.\sigma$

(với xác suất tin cậy $p = 0,997$ tra bảng $k = 3$);

Nếu $|v_i| > k.\sigma$ thì loại x_i , Tính độ lệch chuẩn của X_{tb} : $\sigma_{X_{tb}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$;

Tính $\Delta = k.\sigma_{X_{tb}}$, Kết quả đo lấy các giá trị x_i trong khoảng: $X_{tb} \pm \Delta$.

Sử dụng phần mềm xử lý số liệu STATGRAPHICS cho ra kết quả phân tích phương sai và đồ thị quan hệ giữa các đại lượng thí nghiệm.

Cơ sở lý thuyết tính toán phân tích phương sai với t thí nghiệm thức và r lần lặp lại mỗi thí nghiệm thức:

Số thí nghiệm $n = t.r$.

Tổng trung bình các thí nghiệm thức:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r x_{ij}}{t.r}$$

Tính các độ tự do (df): Độ tự do tổng quát (toàn bộ), độ tự do thí nghiệm thức và độ tự do sai biệt lần lượt được tính theo các công thức:

$$dfT_0 = t.r - 1; dfT = t - 1; dfE = t(r-1) = dfT_0 - dfT$$

Tính hệ số hiệu chỉnh CF: $CF = \frac{G^2}{n}$

- Tính tổng bình phương tổng quát (tổng bình phương toàn bộ), tổng bình phương thí nghiệm thức và tổng bình phương sai biệt lần lượt được tính theo công thức:

$$SS_{tq} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r x_{ij}^2 - CF$$

$$SS_{nt} = \frac{\sum_{i=1}^r x_i^2}{r} - CF$$

$$SS_e = SS_{tq} - SS_{nt}$$

- Trung bình bình phương thí nghiệm thức, Trung bình bình phương sai biệt lần lượt được tính theo công thức:

$$MS_{nt} = \frac{SS_{nt}}{r-1}; MS_e = \frac{SS_{sb}}{t(r-1)};$$

- Tính trị số F_t : $F_t = \frac{MS_{nt}}{MS_e}$;

Nếu $F_t > F_\alpha$ (tra bảng chuẩn F) thì thông số vào có ảnh hưởng đến thông số ra với mức ý nghĩa α .

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thí nghiệm các thông số vào ảnh hưởng đến các thông số ra

Kết quả giá trị chất lượng cát x(%) và chi phí năng lượng riêng Ne (kW.s/kg) ứng với các mức thí nghiệm của các thông số (Bảng 2).

Trong bảng 2 giá trị chất lượng cát x(%) đặt ở hàng trên còn giá trị chi phí năng lượng riêng Ne (kW.s/kg) được đặt ở hàng dưới.

Sử dụng phần mềm xử lý số liệu Statgraphics cho ra kết quả phân tích phương sai và đồ thị quan hệ giữa các đại lượng thí nghiệm.

Bảng 2. Giá trị chất lượng cát x(%) và chi phí năng lượng riêng Ne(kW.s/kg)

Giá trị chất lượng cát x(%) và chi phí năng lượng riêng Ne(kW.s/kg)															
Mức	v(m/s)					q(kg/s)					λ(độ)				
	15	20	25	30	35	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	25	35	45	55	65
Lần 1	61	71	89	91	95	68,2	84,1	91,5	93,4	86,9	81,5	92,8	94,5	83,5	55,6
	2,30	3,50	4,94	6,72	8,25	6,92	5,85	5,62	4,82	4,17	6,51	5,45	4,41	2,91	1,96
Lần 2	58	69	91	96	96	72,1	80,2	93,2	95,5	87,3	84,6	94,7	95,7	84	59,7
	2,56	3,60	5,22	6,53	8,35	7,17	6,12	5,86	5,10	4,57	6,78	5,23	4,03	3,12	2,13
Lần 3	62	76	92	93	93	73,7	82,2	92,5	93,7	87	86,9	93,3	93,5	82,1	60,1
	2,45	3,72	5,35	6,50	8,45	7,34	6,13	5,70	5,10	4,42	6,53	5,30	4,21	2,94	2,08
TB	60,3	72,0	90,7	93,3	94,7	71,3	82,2	92,4	94,2	87,1	84,3	93,6	94,6	83,2	58,5
	2,44	3,61	5,17	6,58	8,35	7,14	6,03	5,73	5,01	4,39	6,61	5,33	4,22	2,99	2,06

Bảng 3. Kết quả phân tích phương sai sự ảnh hưởng của các thông số v, q, λ đến chất lượng cát và chi phí năng lượng riêng

(Kết quả ảnh hưởng của v, q, λ đến chi phí năng lượng riêng trong bảng được viết ở hàng dưới)

N	df	SS			MS			F _t			F _α
		v	q	λ	v	q	λ	v	q	λ	
T	4	2799	1013	2549	699,9	253,5	637,3	123,52	92,17	190,8	
		66,02	17,5	39,3	16,51	4,39	9,83	848,18	216,7	534,8	
E	10	56,67	27,5	33,4	5,67	2,75	3,34				3,48
		0,19	0,30	0,18	0,019	0,02	0,018				
To	14	2856	1041	2582							
		66,21	17,8	39,5							

Chú thích: Cột N là nguồn biến động, trong đó hàng T là kết quả đánh giá giữa các nghiệm thức, hàng E là kết quả đánh giá nội bộ trong mức nghiệm thức, hàng To là kết quả đánh giá toàn bộ. Cột SS là cột tính tổng bình phương nghiệm thức (hàng T), tổng bình phương sai biệt (hàng E) và tổng bình phương tổng quát (hàng To). Cột MS là trung bình bình phương nghiệm thức (hàng T) và trung bình bình phương sai biệt (hàng E). Cột F_t là giá trị F tính với mức ý nghĩa α = 5% để so sánh với giá trị F_α tra bảng. Cột df là độ tự do. Cột F_α là giá trị F tra bảng theo mức ý nghĩa α = 5% tại độ tự do 4/10.

Phương trình hồi quy mô tả quan hệ giữa các thông số vào v(m/s), q(kg/s), λ(độ) đến thông số ra x(%) và Ne(kW.s/kg) được đánh giá thông qua hệ số tương quan R².

$$x = 1/(0,00514 + 0,1696/v); \quad R^2 = 95,5\%$$

$$x = -9,28 + 360,66 \cdot q - 317,15 \cdot q^2; \quad R^2 = 97,5\%$$

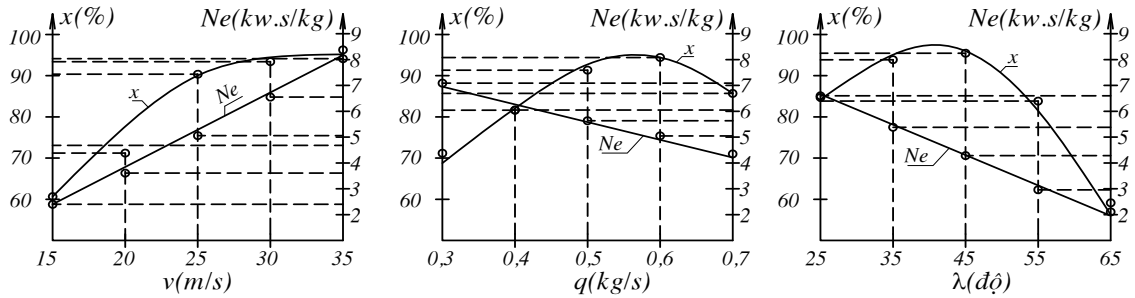
$$x = -45,11 + 5,69 \cdot \lambda - 0,057 \cdot \lambda^2; \quad R^2 = 99,68\%$$

$$Ne = -2,165 + 0,296 \cdot v; \quad R^2 = 99,5\%$$

$$Ne = 8,92 - 6,52 \cdot q; \quad R^2 = 97,3\%$$

$$Ne = 9,39 - 0,1144 \cdot \lambda; \quad R^2 = 99,7\%$$

Đồ thị thực nghiệm mô tả kết quả thí nghiệm của các thông số ra x(%), Ne(kW.s/kg) theo các mức thí nghiệm của thông số vào v(m/s), q(kg/s) và λ(độ) được trình bày ở hình 4.



Hình 4. Đồ thị quan hệ giữa các thông số vào v, q, λ với các thông số ra x (%) và Ne (kW.s/kg)

3.2. Phân tích kết quả lựa chọn vùng tối ưu của các thông số vào

Qua bảng kết quả thí nghiệm (Bảng 2) và bảng phân tích phương sai (Bảng 3), ta thấy giá trị F tính (F_t) của các giá trị thông số ra đều lớn hơn giá trị F tra bảng ($F_\alpha = 3,48$), do đó khi thay đổi các mức của các thông số vào các kết quả của các thông số ra có sự khác biệt với độ tin cậy 95%. Tuy nhiên, kết quả phân tích phương sai cho biết thông số vào có gây hiệu ứng cho thông số ra hay không, chứ không cho biết vùng giá trị tối ưu của thông số vào. Để xác định vùng tối ưu của các thông số vào cần phải so sánh sự khác biệt các giá trị trung bình giữa các mức thí nghiệm gọi là trắc nghiệm phân hạng, đồng thời thông qua đồ thị mô tả sự ảnh hưởng của thông số vào đến kết quả của thông số ra cần phải có bài toán thương lượng giữa các thông số ra sao cho chất lượng cắt x (%) đạt giá trị cao mà chi phí năng lượng Ne (kW.s/kg) có giá trị phù hợp theo thực tế.

Đối với vận tốc cắt v (m/s):

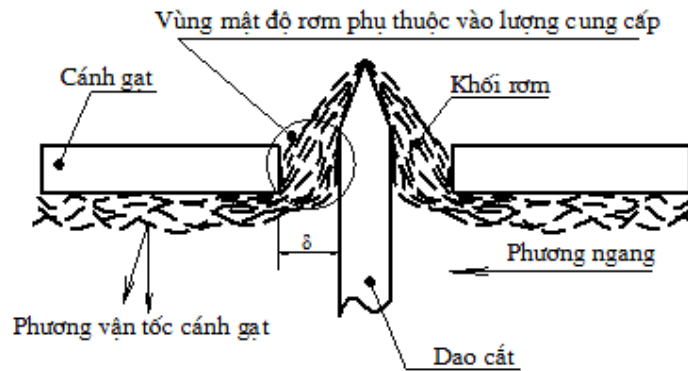
Vận tốc dao thái ảnh hưởng đến quá trình cắt thái, thể hiện cụ thể bằng đồ thị thực nghiệm biểu diễn sự biến thiên của áp suất riêng hoặc lực cắt thái với vận tốc của dao thái, đồ thị thực nghiệm giữa vận tốc thái và áp suất riêng, đối với vận tốc cắt nhỏ hoặc lớn quá áp suất riêng có giá trị lớn làm chi phí cho quá trình cắt tăng cao (Trần Minh Vương, 2003). Song nghiên cứu cho thấy vận tốc cắt càng tăng thì khả năng cắt càng tốt, đồng thời nếu vận tốc tăng thì chi phí năng lượng riêng tăng theo, do

vận vận tốc cắt chỉ có thể nằm trong một vùng phù hợp sẽ cho ta chất lượng cắt tốt và chi phí năng lượng phù hợp.

Đối với kết quả thí nghiệm vận tốc cắt theo bảng 2 khi tăng vận tốc cắt thì chất lượng cắt tăng, đồng thời chi phí năng lượng riêng cũng tăng. Song khi tăng vận tốc cắt từ 30 m/s lên 35m/s thì chất lượng cắt tăng không đáng kể trong khi đó chi phí năng lượng riêng vẫn tăng và có giá trị rất lớn $Ne = 8,35$ kW.s/kg. Ta thấy khi vận tốc cắt từ 25m/s đến 30m/s cho chất lượng cắt từ 90,1-94%, chi phí năng lượng riêng từ 5,1-6,5(kW.s/kg), đây là vùng phù hợp cho chất lượng cắt và chi phí năng lượng riêng. Do vậy ta xác định vùng làm việc tối ưu của vận tốc cắt v (m/s) từ 25-30 m/s.

Đối với lượng cung cấp q (kg/s):

Quá trình cắt khối rơm xảy ra khi khối rơm được nén ép đến một áp lực cắt cần thiết trên cạnh sắc lưỡi dao, mật độ khối rơm giữa vùng khe hở δ ảnh hưởng đến lực ma sát giữa rơm với cánh gạt và mặt vát của dao, đồng thời ảnh hưởng đến khả năng một số cọng rơm trong quá trình cắt bị cánh gạt rút trượt theo phương ngang trên cạnh sắc lưỡi dao hình 5). Nếu lượng cung cấp nhỏ, mật độ rơm ở vùng khe hở δ nhỏ làm cho các cọng rơm dễ dàng trượt ngang trên cạnh sắc lưỡi dao theo phương ngang do lực ma sát giữa rơm với cánh gạt và mặt vát của dao chưa lớn, làm cho chất lượng cắt không cao. Trong trường hợp lượng cung cấp lớn, mật độ khối rơm ở vùng khe hở δ cao làm giảm khả năng trượt trượt các cọng rơm theo phương ngang,



Hình 5. Ảnh hưởng của lượng cung cấp đến khả năng cắt rơm của bộ phận cắt

đồng thời cánh gạt ấn khối rơm theo phương vận tốc cánh gạt tạo áp lực cắt cần thiết ở cạnh sắc lưỡi dao lên khối rơm, quá trình cắt được thực hiện. Nhưng nếu lượng cung cấp quá lớn, mật độ khối rơm ở vùng khe hở δ không thể tăng thêm làm cho khối rơm không thể nén được nữa sẽ bị kẹt lại giữa vùng khe hở δ khi đó quá trình cắt bị kẹt. Với phân tích trên ta thấy lượng cung cấp chỉ có thể trong một vùng phù hợp nào đó cho ta chất lượng cắt tốt và chi phí năng lượng riêng phù hợp.

Chi phí năng lượng riêng nhỏ nhất ứng với mức $q = 0,7\text{kg/s}$ và lớn nhất ứng với mức $q=0,3\text{kg/s}$ (Bảng 2). Kết quả này cho thấy, mặc dù khi tăng lượng cung cấp thì công suất trên trục bộ phận cắt tăng lên, song do thành phần lượng cung cấp lại tỷ lệ thuận với mômen mà chi phí năng lượng riêng lại tỷ lệ nghịch với lượng cung cấp do đó khi tăng lượng cung cấp, chi phí năng lượng riêng lại giảm. Lượng cung cấp $q = 0,5\div 0,7$ (kg/s) cho ta chất lượng cắt tốt $x = 88\div 91,7$ (%) và chi phí năng lượng riêng phù hợp $Ne = 4,35\div 5,66$ (kW.s/kg) (Hình 4). Do vậy, có thể đánh giá vùng làm việc tối ưu của lượng cung cấp $q = 0,5\div 0,7$ (kg/s).

Đối với góc kẹp λ (độ):

Bằng nghiên cứu lý thuyết góc kẹp lớn sẽ không có khả năng giữ vật thái trên lưỡi dao làm cho vật thái không được nén ép trong quá trình cắt thái. Trường hợp góc kẹp quá nhỏ, quá trình cắt làm giảm khả năng trượt của vật thái trên lưỡi dao tạo ra chất lượng cắt không tốt cho quá trình cắt thái. Do vậy, góc kẹp chỉ có thể

nằm trong một vùng phù hợp cho chất lượng cắt cao và chi phí năng lượng phù hợp.

Khi góc kẹp nhỏ $\lambda = 25^\circ$ điều kiện trượt của khối rơm trên lưỡi dao không thuận lợi làm cho chất lượng cắt không cao trong khi chi phí năng lượng riêng lại rất lớn, khi tăng góc kẹp lên từ $35^\circ\div 45^\circ$ kết quả chất lượng cắt đạt giá trị cao và chi phí năng lượng riêng phù hợp (Bảng 2). Tuy nhiên, tiếp tục tăng góc kẹp thì chất lượng cắt lại giảm đồng thời chi phí năng lượng riêng cũng giảm do khối rơm không được nén ép đủ lớn lên lưỡi dao và trượt trên lưỡi dao, quá trình cắt được thực hiện không tốt, tại góc kẹp $\lambda = 55^\circ$ chất lượng cắt chưa cao $x = 83,5\%$ nhưng lại cho chi phí năng lượng riêng nhỏ $Ne = 2,99$ (kW.s/kg). Qua phân tích và thương lượng vùng ảnh hưởng của góc kẹp cho chất lượng cắt và chi phí năng lượng riêng phù hợp, ta có thể xác định vùng làm việc tối ưu của góc kẹp λ từ $35^\circ\div 55^\circ$.

Nhận xét: Với các nguyên lý cắt trên các máy cắt băm truyền thống dao cắt quay tám kê cố định đòi hỏi vận tốc cắt $v > 30\text{m/s}$, λ từ $30^\circ\div 45^\circ$ (Trần Minh Vượng, 2003). Trong khi đó với nguyên lý cắt nhiều tám kê (cánh gạt) quay, nhiều dao cắt cố định vận tốc cắt từ 25m/s đến 30m/s , vùng góc kẹp có thể lớn hơn từ $35^\circ\div 55^\circ$ vẫn cho ta chất lượng cắt cao và chi phí năng lượng riêng phù hợp. Đặc biệt với nguyên lý cắt này bộ phận cắt rơm có thể liên hợp với các máy thu hoạch lúa để dàng hơn làm giảm chi phí nhân công và tăng năng suất cho quá trình cắt rơm, nhằm khai thác hiệu quả rơm sau thu hoạch lúa.

4. KẾT LUẬN

Máy đập lúa - băm rơm thực hiện liên hợp hai nhiệm vụ chính là đập và tách hạt khỏi khối rơm và cắt ngắn rơm thành các đoạn phù hợp với yêu cầu khai thác rơm sau đó (trồng nấm, làm gỗ công nghiệp, lam phân vi sinh...). Đề xuất nguyên lý cấu tạo bộ phận đập tách hạt - cắt rơm theo nguyên lý nối tiếp, bộ phận cắt được thiết kế theo nguyên lý dao cắt cố định, cánh gạt quay và là một mô đun độc lập, nhằm tạo thuận lợi cho việc cải tiến các máy thu hoạch lúa phổ biến tại Việt Nam. Các kết quả nghiên cứu ban đầu cho thấy vận tốc cắt $v = 25\div 30$ (m/s), lượng cung cấp $q = 0,5\div 0,7$ (kg/s) và góc kẹp $\lambda = 35^\circ\div 55^\circ$ cho ta chất lượng cắt x (%) cao và chi phí năng lượng riêng Ne (kW.s/kg) phù hợp làm cơ sở cho việc nghiên cứu thiết kế hoàn chỉnh bộ phận cắt rơm. Như vậy, bộ phận cắt rơm có thể cho năng suất từ 1,8÷2,52 t/h.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Viết Chiến (2012). Báo cáo kết quả thực hiện kế hoạch 6 tháng đầu năm 2012 ngành Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Trung tâm tin học và Thống kê - Bộ Nông nghiệp và phát triển Nông thôn, tr.1.

Lê Minh Lư, Nguyễn Xuân Thiết và Nguyễn Văn Tam (2011). Một số đề xuất cải tiến bộ phận đập trong máy thu hoạch lúa theo hướng đập tách hạt đồng thời băm rơm để khai thác hiệu quả rơm sau thu hoạch ở Việt Nam. Tạp chí khoa học và phát triển, 9(4): 642 - 649

Nguyễn Văn Tam & cs. (2013). Một số kết quả nghiên cứu bước đầu về bộ phận băm thái rơm trong máy thu hoạch lúa theo hướng đập tách hạt đồng thời băm rơm nhằm khai thác hiệu quả rơm sau thu hoạch ở Việt Nam. Kỷ yếu Hội nghị khoa học và Công nghệ toàn quốc về cơ khí lần thứ III, trích dẫn 5/4/2013.

Lê Duy Thắng (2009). Kỹ thuật trồng nấm. Đại học Khoa học Tự nhiên - TP.HCM, truy cập ngày 2/9/2009, tại trang web <http://vi.mushclubvn.com/node/406>.

Công ty Cổ phần nghiên cứu và phát triển công nghệ sạch (2013), Công nghệ sản xuất gỗ nhân tạo từ rơm rạ, Tạp chí Khoa học Công nghệ Việt Nam, truy cập ngày 28/05/2013, tại trang web <http://tchdkh.org.vn/tin-tuc-su-kien/cong-nghe-moi-san-pham-moi/3309-cong-nghe-san-xuat-go-nhan-cao-tu-rom-ra.html>.

Trần Minh Vượng (2003). Máy phục vụ chăn nuôi. Nhà xuất bản Giáo dục.

Patz Corporation (2011), The Patz Model 9427 Chopper can chop straw, hay, newspaper, and many other materials, truy cập ngày 05/11/2012, tại trang web <http://www.patzag.com/products/ag-line/bale-bedding-choppers/9427/stationary/>.