

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

BÁO CÁO TÓM TẮT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO
HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU
MÁY BĂM MỘT SỐ LOẠI THÂN CÂY NÔNG NGHIỆP

Mã số: DH2018-TN01-02

Chủ nhiệm đề tài: ThS.Vũ Văn Đam

Thái Nguyên, 6/2019

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

BÁO CÁO TÓM TẮT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO
HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU
MÁY BẮM MỘT SỐ LOẠI THÂN CÂY NÔNG NGHIỆP

Mã số: DH2018-TN01-02

Xác nhận của tổ chức chủ trì
(ký tên, đóng dấu)

Chủ nhiệm đề tài

ThS: Vũ Văn Đam

Thái Nguyên, 6/2019

DANH SÁCH NHỮNG NGƯỜI THAM GIA THỰC HIỆN ĐỀ TÀI

| STT | Họ và tên | Đơn vị công tác |
|------------|-----------------------|---|
| 1. | Vũ Văn Đàm | Khối cơ quan Đại học Thái Nguyên |
| 2. | Đinh Diệu Hằng | Trường ĐH Công nghệ Thông tin và Truyền thông, ĐHTN |
| 3. | Dương Phạm Tường Minh | Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, ĐHTN |
| 4. | Phạm Văn Tấn | Trường Cao đẳng Kinh tế Kỹ thuật, ĐHTN |
| 5. | Trần Quang Hanh | Trường Cao đẳng Kinh tế Kỹ thuật, ĐHTN |
| 6. | Đông Quang Tân | Trường Cao đẳng Kinh tế Kỹ thuật, ĐHTN |

MỤC LỤC

| | |
|--|-----------|
| THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU | IV |
| MỞ ĐẦU | 1 |
| 1. TÍNH CẤP THIẾT..... | 1 |
| 2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU..... | 1 |
| 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU..... | 2 |
| 4. PHẠM VI NGHIÊN CỨU | 2 |
| 5. MỘT SỐ KẾT QUẢ CHÍNH | 2 |
| 6. ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ HOÀN THÀNH SO VỚI ĐĂNG KÝ | 2 |
| 7. ĐÁNH GIÁ GIÁ TRỊ KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA KẾT QUẢ | 2 |
| 8. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ ĐỀ TÀI..... | 2 |
| 9. CẤU TRÚC BÁO CÁO | 3 |
| CHƯƠNG 1. NGUYÊN TẮC THIẾT KẾ HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM NGHIÊN CỨU MÁY BẮM MỘT SỐ LOẠI THÂN CÂY NÔNG NGHIỆP | 3 |
| 1.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT BẮM THÁI CÂY NGUYÊN LIỆU | 3 |
| 1.1.1. Nguyên lý băm thái cây nguyên liệu | 3 |
| 1.1.2. Chuyển động tương đối giữa dao và cây nguyên liệu..... | 3 |
| 1.2. CÁC KẾT CẤU MÁY BẮM..... | 4 |
| 1.2.1. Máy băm thái dạng trống..... | 4 |
| 1.2.2. Máy băm thái dạng đĩa | 4 |
| 1.2.3. Máy băm thái kiểu răng dao | 5 |
| 1.2.4. Máy băm thái sơ sợi..... | 5 |
| 1.3. MỘT SỐ HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM NGHIÊN CỨU MÁY BẮM MỘT SỐ LOẠI THÂN CÂY NÔNG NGHIỆP | 5 |
| 1.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG..... | 6 |
| CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM NGHIÊN CỨU MÁY BẮM MỘT SỐ LOẠI THÂN CÂY NÔNG NGHIỆP | 6 |
| 2.1. CÁC YÊU CẦU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM | 6 |
| 2.2. THIẾT KẾ KẾT CẤU | 7 |
| 2.3. LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐO..... | 7 |
| 2.4. CHẾ TẠO, LẮP RÁP KẾT CẤU CƠ KHÍ..... | 8 |
| 2.5. KIỂM CHUẨN THIẾT BỊ ĐO | 8 |
| 2.5.1. Kiểm chuẩn cảm biến mô men | 8 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5.2. So sánh lực đo bằng hai cảm biến | 8 |
| 2.6. KẾT LUẬN CHƯƠNG..... | 9 |
| CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM, VẬN HÀNH VÀ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM ... | 9 |
| 3.1. NGUYÊN TẮC VẬN HÀNH THÍ NGHIỆM..... | 9 |
| 3.1.1. Thiết lập các thông số đầu vào | 9 |
| 3.1.2. Các kế hoạch thí nghiệm..... | 9 |
| 3.2. THỰC NGHIỆM SÀNG LỌC | 9 |
| 3.3. THỰC NGHIỆM TỐI ƯU HÓA LỰC CẮT | 10 |
| 3.3.1. Thí nghiệm khởi đầu | 10 |
| 3.3.2. Thực nghiệm xuống dốc tìm vùng cực tiểu | 10 |
| 3.3.3. Thực nghiệm tối ưu hóa lực cắt | 11 |
| 3.4. THỰC NGHIỆM CẮT TỐC ĐỘ CAO | 13 |
| 3.5. PHÁT TRIỂN MÔ HÌNH ĐỒNG DẠNG..... | 13 |
| 3.5.1. Đặt vấn đề..... | 13 |
| 3.5.2. Đường xoắn ốc Logarit (Logarithmic spiral)..... | 13 |
| 3.5.3. Phát triển mô hình đồng dạng lưỡi cắt..... | 14 |
| 3.6. KẾT LUẬN CHƯƠNG..... | 14 |
| CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO | 14 |
| 4.1. CÁC KẾT LUẬN | 14 |
| 4.2. CÁC ĐỀ XUẤT NGHIÊN CỨU TIẾP THEO..... | 15 |

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung

- Tên đề tài: Thiết kế chế tạo thiết bị thí nghiệm phục vụ nghiên cứu máy băm một số loại thân cây nông nghiệp.
- Mã số: ĐH2018-TN01-02
- Chủ nhiệm đề tài: Vũ Văn Đam
- Tổ chức chủ trì: Khối cơ quan Đại học Thái Nguyên
- Thời gian thực hiện: Tháng 1/2018 – 12/2019

2. Mục tiêu

Thiết kế, chế tạo một hệ thống thiết bị thí nghiệm máy băm có khả năng điều chỉnh các thông số đầu vào, có đầy đủ vị trí để lắp thiết bị đo các thông số làm việc, phục vụ các nghiên cứu thực nghiệm về máy băm thái một số thân cây nông nghiệp.

3. Tính mới và sáng tạo

Thiết kế và chế tạo thử nghiệm hệ thống thiết bị thí nghiệm phục vụ nghiên cứu khoa học về máy băm thái cây nông nghiệp khắc phục được các nhược điểm của các mẫu máy hiện có;

4. Kết quả nghiên cứu

- Thiết kế được hệ thống thiết bị thí nghiệm phục vụ nghiên cứu khoa học về máy băm thái cây nông nghiệp, đơn giản, dễ chế tạo;
- Kết quả đề tài đã được công bố trên 02 bài báo: 01 bài Scopus và 01 bài báo quốc gia trong danh mục được Hội đồng chức danh Giáo sư Nhà nước công nhận.
- Xác định được vùng tối ưu của một số thông số kết cấu cho phép giảm thiểu lực cắt và tiêu hao năng lượng khi băm;
- Viết Gói phần mềm tính toán, vẽ và xuất dữ liệu điểm của biên dạng lưỡi cắt của dao băm cho các máy có kích cỡ khác nhau.
- 02 chuyên đề trong luận án tiến sĩ của chủ nhiệm đề tài.

5. Sản phẩm

5.1. Sản phẩm khoa học:

- 02 bài báo khoa học: 01 bài Scopus và 01 bài báo quốc gia trong danh mục được Hội đồng chức danh Giáo sư Nhà nước công nhận:

1) Bài báo Scopus: Vũ Văn Đam, Nguyễn Hữu Công, Nguyễn Quốc Tuấn, Ngô Quốc Huy và Nguyễn Thanh Toàn (2019), “Parameter optimization of cutting force in corn stalk chopping”, *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, Vol. 9, Issue 3, pp 656-663.

2) Bài báo quốc gia: Ngô Quốc Huy, Nguyễn Thanh Toàn và Vũ Văn Đam (2019), “Thiết kế, chế tạo thiết bị thí nghiệm và thực nghiệm cắt băm phụ phẩm cây nông nghiệp”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên*, 200(7), tr.163 – 168.

5.2. Sản phẩm đào tạo:

02 chuyên đề trong luận án tiến sĩ của chủ nhiệm đề tài:

1) Chuyên đề số 1: *Phân tích, tổng hợp về cơ giới hóa sản xuất ngô và máy băm thái cây nông nghiệp*, Biên bản họp đánh giá chuyên đề tiến sĩ ngày 21 tháng 5 năm 2018.

2) Chuyên đề số 2: *Đối tượng, phương pháp nghiên cứu một số thông số ảnh hưởng đến tiêu thụ năng lượng riêng*, Biên bản họp đánh giá chuyên đề tiến sĩ ngày 21 tháng 7 năm 2018.

5.3. Sản phẩm ứng dụng:

- 1) Thiết bị thí nghiệm phục vụ nghiên cứu khoa học về máy băm thái cây nông nghiệp;
- 2) Mô hình vật lý thực của máy băm phục vụ công tác nghiên cứu có kết cấu hoàn toàn giống các máy băm thương mại loại nhỏ dùng cho hộ gia đình;
- 3) Gói phần mềm tính toán, vẽ và xuất dữ liệu điểm của biên dạng lưỡi cắt của dao băm cho các máy có kích cỡ khác nhau.

6. Chuyển giao công nghệ

- Đã tư vấn, chuyển giao công nghệ cho Công ty cổ phần XD&TM Nam Hải chế tạo và thử nghiệm chạy thử đảm bảo chất lượng tốt.

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information

- Project Title: Design and manufacture experimental system for agricultural chopping device.
- Code number: ĐH2018-TN01-02
- Coordinator: Vu Van Dam
- Implementing Institution: TNU - Thai Nguyen University of Technology
- Duration: from 01/2018 to 12/2019

2. Objectives

Design and manufacture an experimental system which has ability to control input factors and locate devices measuring working parameters. The system is able to serve experimental studies in the field agricultural chopping machines.

3. Creatives and innovativeness

Design and manufacture an experimental system for agricultural chooping reseach in order to improve disadvantages of current chooping machines.

4. Research results

- Designed and manufactured a simple, easy-to-poduce experimental system which satisfy requirements of studies on agricultrural chopping;
- Determine optimal area of major structure parameters to reduce cutting force and chopping energy;
- Propose similarity model of cutting blade for different sizes of machines.
- Publish 02 papers, including 01 Scopus indexed and 01 national paper;
- 02 major reports for PhD study of the co-ordinator

5. Products

5.1. Scientific publications

- 02 scientific papers, including one in scopus indexed journal, as following:
 - 1) Scopus paper: Vu Van Dam, Nguyen Huu Cong, Nguyen Quoc Tuan, Ngo Quoc Huy and Nguyen Thanh Toan (2019), “Parameter optimization of cutting force in corn stalk chopping”, *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, Vol. 9, Issue 3, pp 656-663.
 - 2) National paper: Ngo Quoc Huy, Nguyen Thanh Toan, Vu Van Dam (2019), “Design And Realize Experimental Device for Agricultural Stalk Chopping”, *TNU Journal of Science and Technology*, Volume 200, Issue 07, pp. 163 – 168.

5.2. Training products

02 major reports for PhD study of the co-ordinator as below.

1) Report 1: *Analyse and review the state of the art of the mechanization in corn production and agricultural stalk choppers*, Document of the PhD report assesment at 21 May 2018.

2) Report 2: *Objects and research methods to study the effect of major parameters on energy consumption*”, Document of the PhD report assesment at 21 July.

5.3. Applied products

1) One experimental system using in the PhD laboratory of TNU;

2) A physical model having the same construction as small practical chopping machines for household users.

3) A software package to calculate, draw and export data of the profile of the cutting edge for different size of chopping machines.

6. Technology transferring

The design and producing of the device have been transferred to Nam Hai Construction and Trading Joint Stock Company for producing and testing, providing good results.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết

Cắt bằm là một công đoạn quan trọng ban đầu nhằm chế biến phụ phẩm cây nông nghiệp thành các nguyên nhiên liệu hữu ích. Chẳng hạn, phụ phẩm được bằm thành các đoạn dài 6,4 mm cho hóa khí, dài 1 mm cho chuyển đổi hóa học, 2-10 mm để ủ men thức ăn gia súc, 5-6 mm cho chế biến viên sinh khối. Các máy bằm cắt thường dựa trên hai nguyên lý cắt chính là dạng cắt kéo và dạng dao quay. Hiệu quả của quá trình cắt thường được đánh giá thông qua trị số lực cắt và năng lượng tiêu hao trên một đơn vị khối lượng cây nguyên liệu. Để giải quyết bài toán tiết kiệm năng lượng, việc thiết kế các thông số cắt hợp lý nhằm giảm lực cắt là giải pháp hiệu quả nhất. Đã có khá nhiều công trình trong nước nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy bằm phụ phẩm cây nông nghiệp, tuy nhiên những mẫu máy này chưa quan tâm nhiều đến bài toán tiết kiệm năng lượng – một trong những vấn đề nóng bỏng hiện nay. Bài toán tiết kiệm năng lượng trong bằm cắt phụ phẩm nông nghiệp đã được nhiều nghiên cứu trên thế giới quan tâm. Tuy vậy, các tác giả mới quan tâm hai thông số tương quan là góc gá dao và góc bằm thân cây trong các nghiên cứu thực nghiệm tìm lực cắt nhỏ nhất. Các thiết bị nghiên cứu thường không cùng kết cấu với máy cắt bằm thương mại, chẳng hạn thiết bị có dao chuyển động tịnh tiến, con lắc va đập hoặc máy có đĩa quay nằm. Hiện cũng chưa tìm thấy nghiên cứu nào thực hiện đánh giá ảnh hưởng đồng thời của vận tốc cắt và cả ba góc tương quan giữa bó phụ phẩm với dao cắt. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm: 1) thiết kế, chế tạo một máy bằm thí nghiệm có kết cấu hoàn toàn tương tự các máy bằm cắt thương mại trên thị trường, thuận tiện cho việc áp dụng kết quả thí nghiệm vào thực tiễn; 2) có thể điều khiển cả bốn thông số vào, gồm vận tốc cắt và ba góc tương quan giữa thân cây phụ phẩm nông nghiệp với dao cắt; 3) thu thập chính xác 3 thông số quan trọng của bài toán tiết kiệm năng lượng: lực cắt, mô men xoắn trục mang dao và năng lượng riêng tiêu hao.

Thực tế cho thấy, cho đến nay, các máy chế biến nông lâm sản trong nước hầu như được sản xuất bằng cách sao chép các mẫu máy nước ngoài. Sự tham gia của các nhà khoa học vào quá trình nghiên cứu, phát triển các máy móc thiết bị phục vụ nông nghiệp hiện còn hạn chế. Một trong những nguyên nhân chủ yếu là thiếu công cụ để triển khai nghiên cứu và thực nghiệm. Cụ thể là: Việc tiến hành khảo sát, đánh giá trên các máy thực rất khó khăn khi triển khai lắp đặt các thiết bị đo. Nhiều máy có công suất lớn và do đó năng lượng tiêu thụ lớn dẫn đến tốn kém khi triển khai thí nghiệm. Đặc biệt, việc thay đổi các thông số đầu vào, chẳng hạn góc nghiêng, loại dao, hướng cắt, hướng cấp phôi... trên một máy bằm thái thực tế theo yêu cầu của quy hoạch thực nghiệm cũng rất khó khăn, thậm chí không khả thi và rất tốn kém. Thiết kế chế tạo máy thí nghiệm có kích cỡ nhỏ, phù hợp quy mô phòng thí nghiệm lại gặp phải khó khăn là kích thước kết cấu của các bộ phận máy không tỷ lệ tuyến tính với kích thước máy thực.

2. Mục tiêu nghiên cứu

- Thiết kế, chế tạo một hệ thống thiết bị thí nghiệm máy bằm có khả năng điều chỉnh các thông số đầu vào, có đầy đủ vị trí để lắp thiết bị đo các thông số làm việc, phục vụ các nghiên cứu thực nghiệm về máy bằm thái một số thân cây nông nghiệp;

- Xây dựng mô hình vật lý phục vụ công tác nghiên cứu thiết kế, chế tạo ra các máy bằm chế biến phụ phẩm nông nghiệp có khả năng giảm thiểu chi phí năng lượng và giá thành rẻ đáp ứng nhu cầu của bà con nông dân và doanh nghiệp;

- Gói phần mềm tính toán, vẽ và xuất dữ liệu điểm của biên dạng lưỡi cắt của dao bằm cho các máy có kích cỡ khác nhau.

3. Phương pháp nghiên cứu

Đề tài được thực hiện sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

- Phân tích cơ học hệ thống cơ khí;
- Các phương pháp thiết kế cơ khí;
- Các phương pháp đo kiểm;
- Chế tạo, lắp ráp, thử nghiệm, hiệu chỉnh.

4. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu thực hiện trong phạm vi bằm thái một số phụ phẩm nông nghiệp. Phạm vi khảo sát được giới hạn trong một số loại cây nông nghiệp điển hình, thông dụng tại Việt Nam. Nghiên cứu được thực hiện trong phòng thí nghiệm và thử nghiệm chuyển giao cho cơ sở sản xuất.

5. Một số kết quả chính

- Thiết kế và chế tạo hoàn chỉnh hệ thống thiết bị thí nghiệm máy bằm có khả năng điều chỉnh các thông số đầu vào, có đầy đủ vị trí để lắp thiết bị đo các thông số làm việc, phục vụ các nghiên cứu thực nghiệm về máy bằm thái một số thân cây nông nghiệp;

- Công bố 02 bài báo khoa học: 01 bài Scopus và 01 bài báo quốc gia trong danh mục được Hội đồng chức danh Giáo sư Nhà nước công nhận:

1) Bài báo Scopus: Vũ Văn Đam, Nguyễn Hữu Công, Nguyễn Quốc Tuấn, Ngô Quốc Huy và Nguyễn Thanh Toàn, *Parameter optimization of cutting force in corn stalk chopping*, International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development, Vol. 9, Issue 3, pp 656-663, 2019.

2) Bài báo quốc gia: Ngô Quốc Huy, Nguyễn Thanh Toàn và Vũ Văn Đam, *Thiết kế, chế tạo thiết bị thí nghiệm và thực nghiệm cắt bằm phụ phẩm cây nông nghiệp*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên, Tập 200, số 07, Trang 163 – 168, 2019.

-Viết gói phần mềm tính toán, vẽ và xuất dữ liệu điểm của biên dạng lưỡi cắt của dao bằm cho các máy có kích cỡ khác nhau.

6. Đánh giá mức độ hoàn thành so với đăng ký

a) Thiết kế và chế tạo hoàn chỉnh hệ thống thiết bị thí nghiệm máy bằm phục vụ nghiên cứu khoa học về máy bằm thái cây nông nghiệp. Hoàn thành khối lượng đăng ký;

b) Công bố 02 bài báo: 01 bài Scopus và 01 bài báo quốc gia trong danh mục được Hội đồng chức danh Giáo sư Nhà nước công nhận. Hoàn thành khối lượng đăng ký;

c) 02 chuyên đề trong luận án tiến sĩ của chủ nhiệm đề tài. Hoàn thành vượt mức mục tiêu đăng ký;

d) Gói phần mềm tính toán, vẽ và xuất dữ liệu điểm của biên dạng lưỡi cắt của dao bằm cho các máy có kích cỡ khác nhau. Hoàn thành khối lượng đăng ký.

7. Đánh giá giá trị khoa học và thực tiễn của kết quả

a) Giá trị khoa học: Tạo ra một mô hình vật lý phục vụ công tác nghiên cứu chế tạo ra các máy bằm chế biến phụ phẩm nông;

b) Giá trị thực tiễn: Có thể triển khai, nhân rộng, chuyển giao để sản xuất.

8. Đánh giá hiệu quả đề tài

a) Đối với lĩnh vực giáo dục và đào tạo: Tạo ra được hướng nghiên cứu chuyên sâu về thiết kế, chế tạo máy bằm.

b) Đối với phát triển kinh tế - xã hội: Tạo ra một mô hình vật lý phục vụ công tác nghiên cứu chế tạo ra các máy chế biến sản xuất nông nghiệp có tính năng và giá thành rẻ đáp ứng nhu cầu của bà con nông dân và doanh nghiệp

c) Đối với tổ chức chủ trì và các cơ sở ứng dụng kết quả nghiên cứu: Có thể tạo ra sản phẩm thương mại cung cấp cho các nhóm nghiên cứu về máy nông nghiệp.

9. Cấu trúc báo cáo

Nội dung báo cáo đề tài bao gồm các nội dung chính như sau:

Chương 1 trình bày một cách tóm tắt nguyên tắc thiết kế hệ thống thí nghiệm nghiên cứu máy băm một số loại thân cây nông nghiệp.

Trong *Chương 2*, thiết kế, chế tạo hệ thống thí nghiệm nghiên cứu máy băm một số loại thân cây nông nghiệp.

Chương 3 trình bày cách thức thực nghiệm, vận hành và kết quả thí nghiệm.

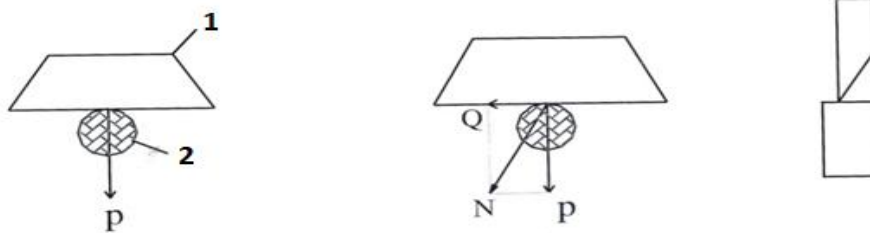
Các kết luận và đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo được trình bày trong *Chương 4*.

CHƯƠNG 1. NGUYÊN TẮC THIẾT KẾ HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU MÁY BĂM MỘT SỐ LOẠI THÂN CÂY NÔNG NGHIỆP

1.1. Cơ sở lý thuyết băm thái cây nguyên liệu

1.1.1. Nguyên lý băm thái cây nguyên liệu

Chuyển động tương đối được tạo theo phương P vuông góc với cạnh đó hoặc đồng thời theo hai hướng vuông góc với nhau: Vừa theo hướng P vừa theo hướng vuông góc với P. nghĩa là theo hướng chéo tổng hợp

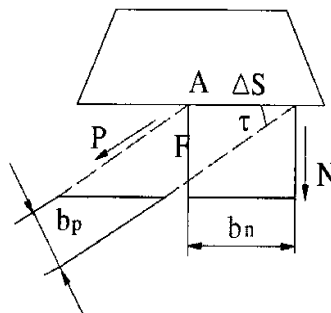


Hình 1.1. Sơ đồ tạo chuyển động cắt

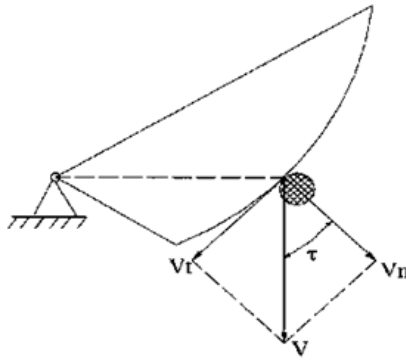
1.1.2. Chuyển động tương đối giữa dao và cây nguyên liệu

Khi băm thái có trượt, lưỡi dao trượt theo phương P với diện tích F sẽ có bề rộng b_p nhỏ hơn bề rộng b_n khi thái không trượt (Hình 1.2), theo quan hệ sau:

$$b_p = \frac{EF}{AA_p} = b_n \cdot \frac{AA_n}{AA_n} = b_n \cdot \cos t \quad (1.1)$$



Hình 1.2. Các hành trình chuyển động tương đối của dao



Hình 1.3. Vận tốc và các thành phần vận tốc tại điểm tiếp xúc dao-cây nguyên liệu

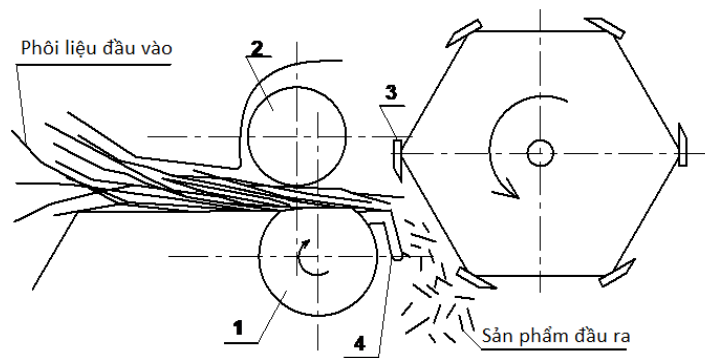
Tỷ số giữa trị số vận tốc V_t và V_n gọi là hệ số trượt ε :

$$\varepsilon = \frac{V_t}{V_n} = \operatorname{tg}(\tau) \quad (1.2)$$

Góc τ được gọi là góc trượt.

1.2. Các kết cấu máy băm

1.2.1. Máy băm thái dạng trống

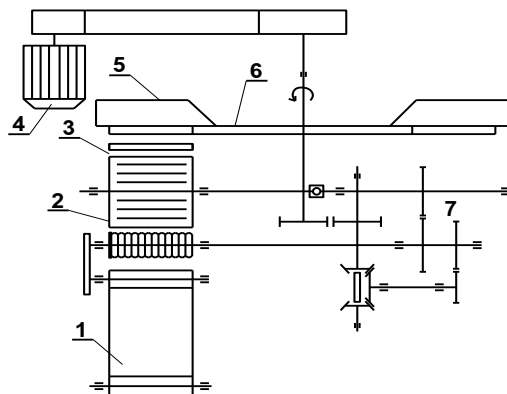


Hình 1.4. Nguyên lý cấu tạo và máy băm thái xơ sợi dao dạng trống

Ưu điểm: Dễ thay đổi chiều dài đoạn cắt. tránh hiện tượng nguyên liệu theo vào khe hở trước khi cắt.

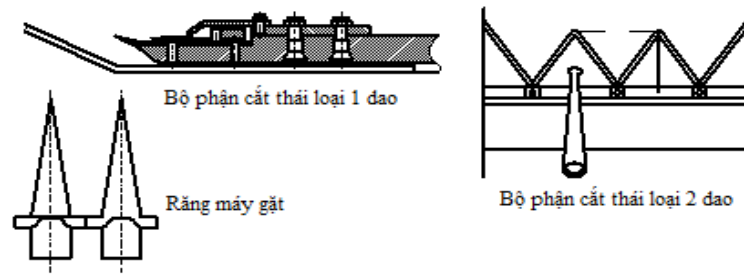
Nhược điểm: Khe hở nhỏ ($0,5 \div 1 \text{ mm}$), vận tốc quay lớn ($30 \div 35 \text{ m/s}$), nên đòi hỏi việc chế tạo cần độ chính xác cao.

1.2.2. Máy băm thái dạng đĩa



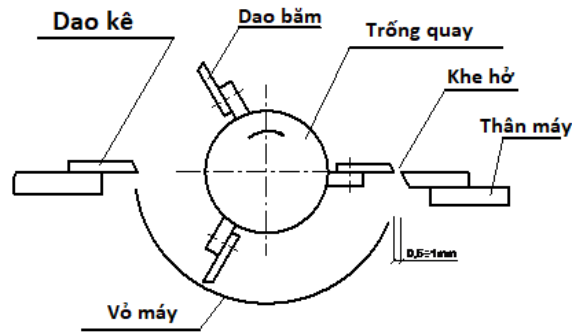
Hình 1.5. Nguyên lý cấu tạo máy băm thái dao dạng đĩa

1.2.3. Máy băm thái kiểu răng dao



Hình 1.6. Cấu tạo nguyên lý bộ phận băm thái loại răng- dao và loại hai dao

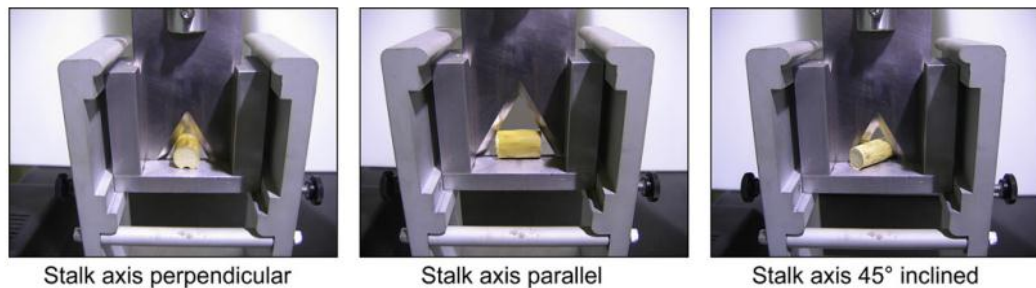
1.2.4. Máy băm thái sơ sợi



Hình 1.7. Sơ đồ cấu tạo và máy băm thái xơ, sợi vỏ dừa

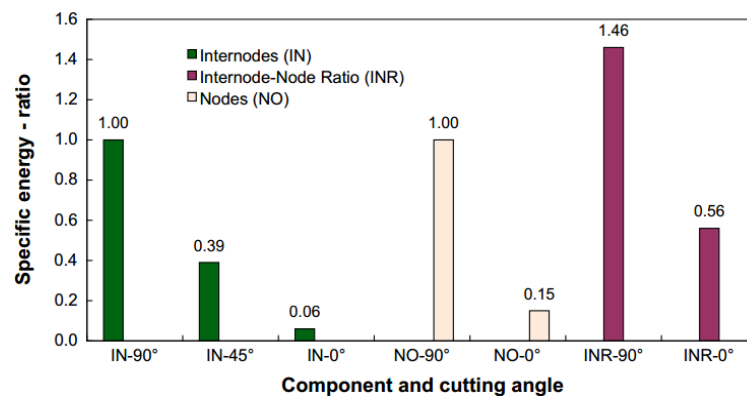
1.3. Một số hệ thống thí nghiệm nghiên cứu máy băm một số loại thân cây nông nghiệp

Igathinathane và cộng sự phát hiện ra rằng, góc gá dao khi cắt có ảnh hưởng mạnh đến tiêu hao năng lượng khi cắt.



Hình 1.8. Thí nghiệm ảnh hưởng của góc cắt đến năng lượng riêng

Trong nghiên cứu này, Góc gá dao 90 độ đòi hỏi tiêu tốn lực cắt nhiều nhất.



Hình 1.9. So sánh năng lượng riêng cho từng giá trị góc cắt

Một xu hướng thiết kế dao băm mô phỏng các kết cấu của tự nhiên. Nổi bật là thiết kế dao băm thân cây ngô của Tian và cộng sự dựa trên nguyên tắc mô phỏng lưỡi cắt của con xén tóc.

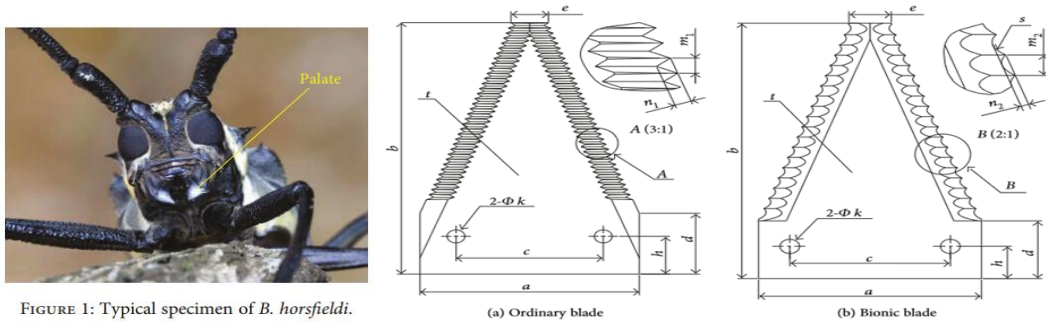
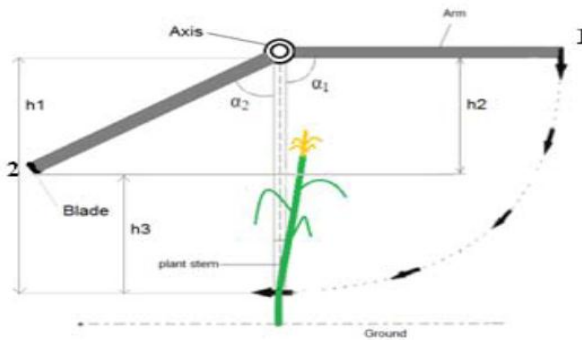


FIGURE 1: Typical specimen of *B. horsfieldi*.

Hình 1.10. Lưỡi xén của con xén tóc và kết quả cắt thử thân cây ngô bằng lưỡi cắt bắt chước Thí nghiệm của M. Azadbakht công bố năm 2014 sử dụng thiết bị tạo năng lượng dạng con lắc



Hình 1.11. Thí nghiệm đánh giá năng lượng tiêu hao khi cắt băm thân cây ngô

1.4. Kết luận chương

- Đã thực hiện nghiên cứu tổng quan về cơ sở lý thuyết băm thái;
- Máy trên thị trường thường công suất lớn; Khó thay đổi các thông số đầu vào; Việc gắn các thiết bị đo rất khó khăn

Phương án lựa chọn là: bổ sung thiết bị đo lên máy thương mại loại nhỏ phù hợp với quy mô phòng thí nghiệm; băm được các loại cây nguyên liệu khác nhau.

Mục tiêu đề tài là: Thiết kế, chế tạo một thiết bị thí nghiệm phục vụ các nghiên cứu thực nghiệm về máy băm thái

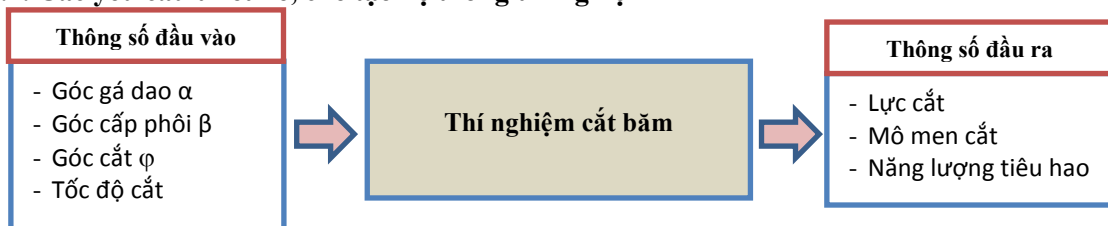
Thiết bị TN đáp ứng các yêu cầu sau:

Có thể điều khiển các thông số đầu vào;

Có khả năng lắp đặt các thiết bị đo để thu thập các thông số cần thiết.

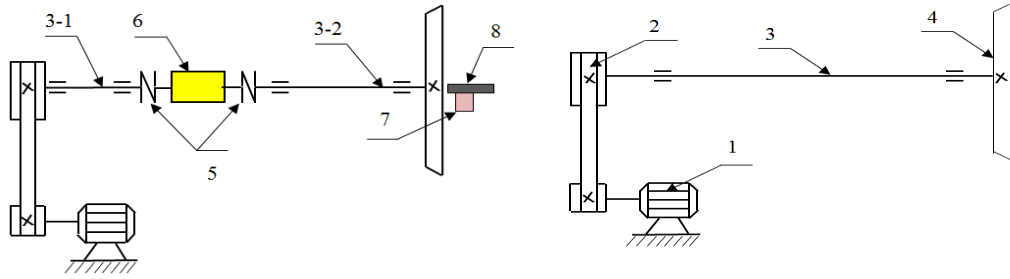
CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM NGHIÊN CỨU MÁY BẮM MỘT SỐ LOẠI THÂN CÂY NÔNG NGHIỆP

2.1. Các yêu cầu thiết kế, chế tạo hệ thống thí nghiệm

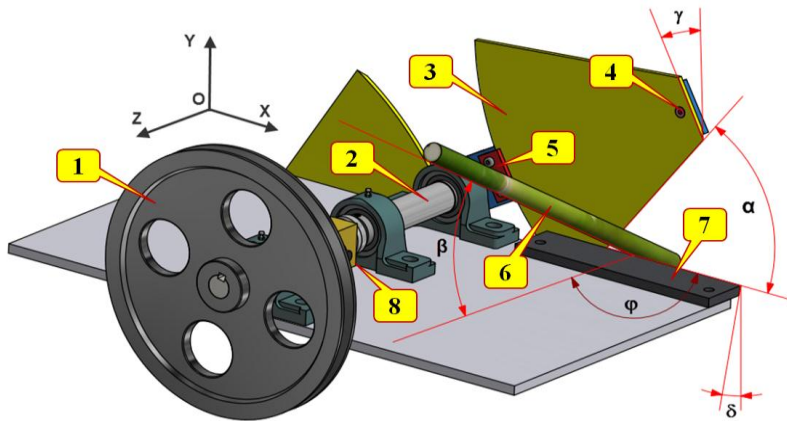


Hình 2.1. Sơ đồ thí nghiệm

2.2. Thiết kế kết cấu



Hình 2.2. Sơ đồ nguyên lý truyền động thiết bị bấm cắt
Sơ đồ kết cấu trên Hình 2.2 được phát triển thành dạng 3D như hình 2.3



Hình 2.3. Mô hình 3D minh họa các thông số góc độ của dao và phôi trong quá trình cắt

2.3. Lựa chọn các thiết bị đo



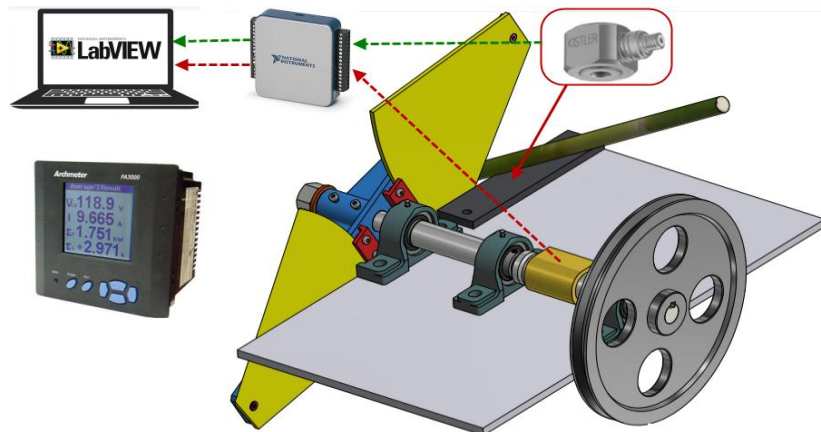
Kistler 9712A50

Cảm biến mô men RTT-200

NI USB-6008

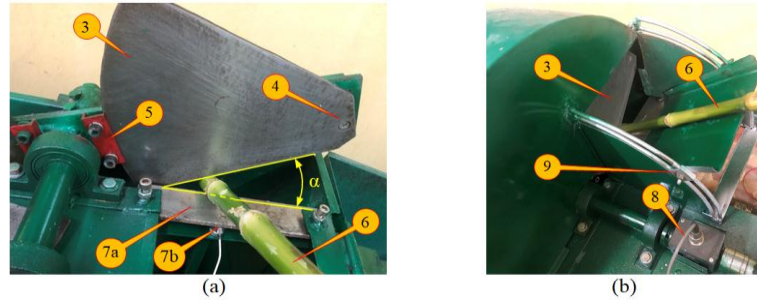
Hình 2.4. Thiết bị đo

Sơ đồ minh họa quá trình kết nối thu thập dữ liệu thí nghiệm được trình bày trên Hình 2.5



Hình 2.5. Sơ đồ minh họa kết nối thiết bị thu thập dữ liệu thí nghiệm

2.4. Chế tạo, lắp ráp kết cấu cơ khí



Hình 2.6. Ảnh chụp kết cấu gá dao và tằm kê của thiết bị

2.5. Kiểm chuẩn thiết bị đo

Kiểm chuẩn thiết bị đo nhằm kiểm tra và khẳng định công thức quan hệ giữa điện áp tín hiệu thu được từ cảm biến với giá trị đại lượng thực.

2.5.1. Kiểm chuẩn cảm biến mô men

Bảng 2.1. Thống kê các giá trị thí nghiệm

| Weight Kg | Force N | Vol V |
|--------------|------------|----------|
| 0 | 0 | 0.05704 |
| 2 | 19.62 | 0.09629 |
| 4 | 39.24 | 0.13304 |
| 6 | 58.86 | 0.17069 |
| 8 | 78.48 | 0.20974 |
| 12 | 117.72 | 0.25796 |
| 16 | 156.96 | 0.34548 |
| 20 | 196.2 | 0.41297 |
| 25 | 245.25 | 0.48734 |
| 30 | 294.3 | 0.56172 |
| 35 | 343.35 | 0.65607 |

Tiến hành hồi quy bậc nhất để xác định các hệ số của phương trình bậc nhất quy đổi giá trị điện áp thu được từ cảm biến đo mô men và giá trị của lực tác dụng dưới dạng sau:

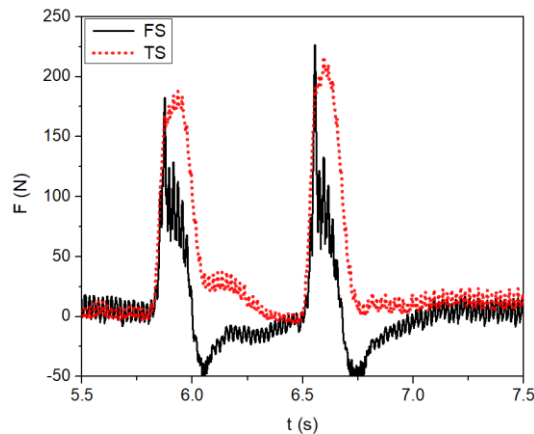
$$F = aU + b$$

Trong đó: U là trị số điện áp thu được từ cảm biến, a và b các hệ số hồi quy.

Công thức quy đổi thu được có dạng:

$$\text{Lực (N)} = -37.87157 + 580.39255 \cdot \text{Điện áp (V)} \quad (2.1)$$

2.5.2. So sánh lực đo bằng hai cảm biến



Hình 2.7. So sánh lực đo bằng hai cảm biến

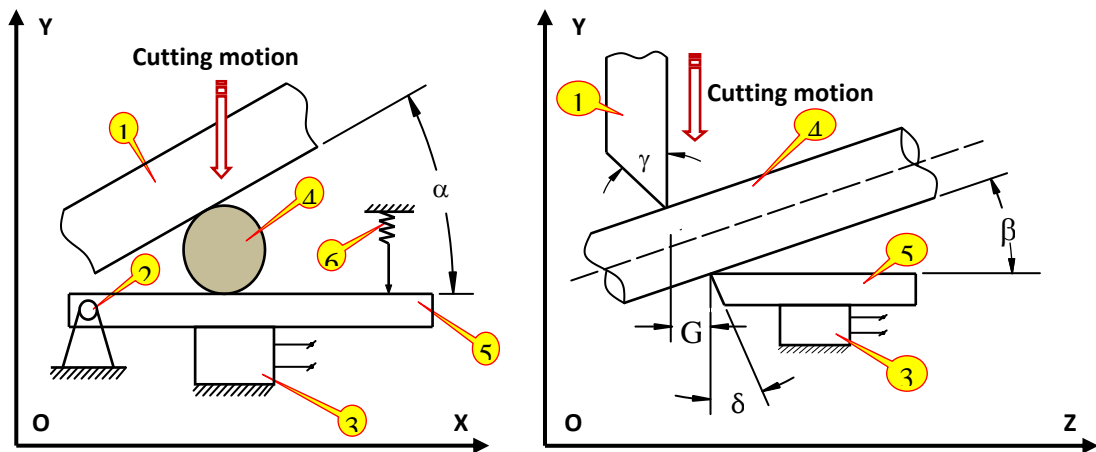
2.6. Kết luận chương

Chương này đã trình bày các nguyên tắc thiết kế, phương án kết cấu được lựa chọn và kết quả chế tạo, vận hành và đo kiểm. Máy thí nghiệm được hiện thực hóa bằng cách chỉnh sửa và bổ sung kết cấu của một mẫu máy băm cắt thương mại loại nhỏ. Máy thí nghiệm đã được vận hành thử, cho phép tùy biến các thông số sau: tốc độ quay từ 5 đến 2000 vòng/phút, góc gá dao và góc cấp phôi thay đổi từ 0 đến 80 độ. Các giá trị này đều có thể điều chỉnh vô cấp, đáp ứng yêu cầu tùy đặt các giá trị biến thí nghiệm. Các cảm biến đo đã được kiểm chuẩn và xác định hệ số quy đổi thực. Như vậy, thiết bị đã sẵn sàng đáp ứng các yêu cầu triển khai thí nghiệm nghiên cứu. Chương tiếp theo sẽ trình bày một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm nhằm khẳng định khả năng triển khai thí nghiệm, thu thập và phân tích kết quả thu được từ máy thí nghiệm đã chế tạo.

CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM, VẬN HÀNH VÀ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Nguyên tắc vận hành thí nghiệm

3.1.1. Thiết lập các thông số đầu vào



Hình 3.1. Các thông số góc độ cho thiết bị thí nghiệm đề xuất

3.1.2. Các kế hoạch thí nghiệm

- 1) Thực nghiệm khảo sát;
- 2) Thực nghiệm tối ưu hóa, hàm mục tiêu là lực cắt..

Thực nghiệm khảo sát : Với ba biến đầu vào, bao gồm: α , β và δ .

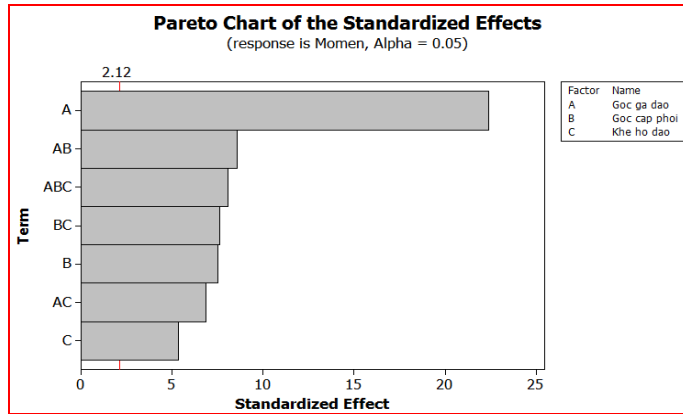
Thực nghiệm tối ưu hóa: hàm mục tiêu là lực cắt.

3.2. Thực nghiệm sàng lọc

Bảng 3.1. Các yếu tố thí nghiệm trong thí nghiệm sàng lọc

| Giá trị mã hóa | Góc dao (°) | Góc tiếp phôi (°) | Khe hở (mm) |
|----------------|-------------|-------------------|-------------|
| Thấp (-1) | 0 | 0 | 1 |
| Cao (+1) | 60 | 50 | 2 |

Kết quả thu được sau đó được xử lý bằng kỹ thuật phân tích phương sai (ANOVA). Biểu đồ Pareto được sử dụng để xác định mức độ ảnh hưởng của từng yếu tố.



Hình 3.2. Ảnh hưởng tương tác giữa các yếu tố

3.3. Thực nghiệm tối ưu hóa lực cắt

- Hàm mục tiêu là lực cắt. Hai biến thí nghiệm được sử dụng là α và β .

3.3.1. Thí nghiệm khởi đầu

Giá trị của hai biến thí nghiệm trong thí nghiệm khởi đầu được thể hiện trong Bảng .

Bảng 3.2. Các yếu tố thí nghiệm trong thí nghiệm khởi đầu

| Giá trị mã hóa | Góc gá dao (°) | Góc cấp phôi (°) |
|----------------|----------------|------------------|
| Thấp (-1) | 0 | 0 |
| Cao (+1) | 10 | 10 |

Bảng 3.3. Kết quả phân tích thí nghiệm khởi đầu

| Terms | Effect | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|--------------|--------|-------|---------|---------|---------|------|
| Constant | | 248.0 | 10.8 | 22.99 | 0.000 | |
| Góc gá dao | -95.1 | -47.6 | 10.8 | -4.41 | 0.002 | 1.00 |
| Góc cấp phôi | -60.4 | -30.2 | 10.8 | -2.80 | 0.021 | 1.00 |

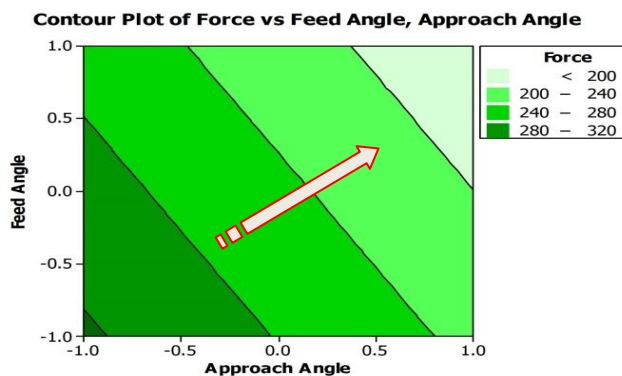
Như trình bày trong Bảng , phương trình mô tả hàm lực cắt có thể viết:

$$F_c = 248.0 - 47.6 \cdot x_1 - 30.2 \cdot x_2 \tag{3.2}$$

Kết quả này sẽ được sử dụng để xác định hướng thí nghiệm xuống dốc.

3.3.2. Thực nghiệm xuống dốc tìm vùng cực tiểu

Hình 3.3 minh họa các đường mức của hàm bề mặt F_c theo các biến góc gá dao x_1 và góc cấp phôi x_2 .



Hình 3.3 Biểu đồ đường mức (Contour) của lực cắt

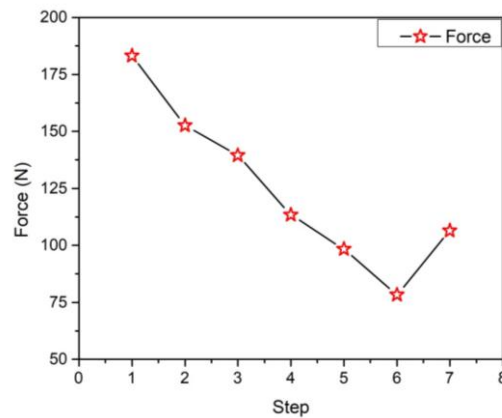
Nếu chọn gia số cho biến x_1 (góc gá dao) là một đơn vị mã hóa, thì gia số cho biến x_2 (góc cấp phôi) được xác định như sau:

$$\Delta x_2 = \frac{b_2}{b_1} \Delta x_1 = \frac{-30,2}{-47,6} \cdot 1 = 0,63 \quad (3.3)$$

Chuyển đổi về giá trị thực, ứng với mỗi gia số 10° khi tăng góc gá dao (x_1) cần tăng góc cấp phôi (x_2) lên $6,3^\circ$. Để thuận tiện cho việc điều chỉnh các góc, các giá trị gia số 10° và 7° được lựa chọn để tiến hành thí nghiệm xuống dốc.

Bảng 3.4. Kết quả các thí nghiệm xuống dốc

| STT thí nghiệm | Ký hiệu | Góc gá dao ($^\circ$) | | Góc cấp phôi ($^\circ$) | | Hàm mục tiêu (Lực cắt) |
|----------------|-----------------|-------------------------|--------------|---------------------------|--------------|------------------------|
| | | Mã hóa | Giá trị thực | Mã hóa | Giá trị thực | |
| 0 | Δ | 1 | 10 | 0,7 | 7 | - |
| 1 | Góc (Khởi đầu) | 1 | 20 | 0,00 | 20 | 183.1818 |
| 2 | Góc + Δ | 2 | 30 | 0,7 | 27 | 152.5661 |
| 3 | Góc + 2Δ | 3 | 40 | 1,4 | 34 | 139.5095 |
| 4 | Góc + 3Δ | 4 | 50 | 2,1 | 41 | 113.3962 |
| 5 | Góc + 4Δ | 5 | 60 | 2,8 | 48 | 98.33087 |
| 6 | Góc + 5Δ | 6 | 70 | 3,5 | 55 | 78.24374 |
| 7 | Góc + 6Δ | 7 | 80 | 4,2 | 62 | 106.3657 |



Hình 3.4. Biểu đồ xuồng dốc (Hàm mục tiêu Lực cắt tại các bước thí nghiệm)

3.3.3. Thực nghiệm tối ưu hóa lực cắt

Bảng 3.5. Thiết kế và kết quả của các thí nghiệm tối ưu CCD

| TT chuẩn | Góc gá dao ($^\circ$) | Góc cấp phôi ($^\circ$) | Lực cắt (N) | TT chuẩn | Góc gá dao ($^\circ$) | Góc cấp phôi ($^\circ$) | Lực cắt (N) |
|----------|-------------------------|---------------------------|-------------|----------|-------------------------|---------------------------|-------------|
| 1 | 37,3 | 38,1 | 107,79 | 14 | 55,0 | 48,0 | 87,86 |
| 2 | 72,7 | 38,1 | 75,58 | 15 | 37,3 | 38,1 | 109,86 |
| 3 | 37,3 | 57,9 | 81,72 | 16 | 72,7 | 38,1 | 75,58 |
| 4 | 72,7 | 57,9 | 84,93 | 17 | 37,3 | 57,9 | 78,65 |
| 5 | 55,0 | 48,0 | 90,93 | 18 | 72,7 | 57,9 | 87,00 |
| 6 | 55,0 | 48,0 | 90,93 | 19 | 55,0 | 48,0 | 90,93 |
| 7 | 55,0 | 48,0 | 90,93 | 20 | 55,0 | 48,0 | 90,93 |
| 8 | 30,0 | 48,0 | 103,20 | 21 | 55,0 | 48,0 | 90,93 |
| 9 | 80,0 | 48,0 | 75,44 | 22 | 30,0 | 48,0 | 100,13 |
| 10 | 55,0 | 34,0 | 87,86 | 23 | 80,0 | 48,0 | 75,44 |

| TT chuẩn | Góc gá dao (°) | Góc cấp phôi (°) | Lực cắt (N) | TT chuẩn | Góc gá dao (°) | Góc cấp phôi (°) | Lực cắt (N) |
|----------|----------------|------------------|-------------|----------|----------------|------------------|-------------|
| 11 | 55,0 | 62,0 | 75,58 | 24 | 55,0 | 34,0 | 90,93 |
| 12 | 55,0 | 48,0 | 87,86 | 25 | 55,0 | 62,0 | 72,1 |
| 13 | 55,0 | 48,0 | 87,86 | 26 | 55,0 | 48,0 | 87,86 |

Kết quả được phân tích bằng kỹ thuật ANOVA như minh họa trong *Bảng 1*.

Bảng 1. Phân tích phương sai cho lực cắt

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|-------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Model | 5 | 2409,80 | 481,96 | 210,22 | 0,000 |
| Blocks | 1 | 52,71 | 52,71 | 22,99 | 0,000 |
| Linear | 2 | 1441,08 | 720,54 | 314,28 | 0,000 |
| x_1 | 1 | 1041,87 | 1041,87 | 454,44 | 0,000 |
| x_2 | 1 | 399,21 | 399,21 | 174,13 | 0,000 |
| Square | 1 | 154,76 | 154,76 | 67,50 | 0,000 |
| $x_1 * x_2$ | 1 | 154,76 | 154,76 | 67,50 | 0,000 |
| 2-Way Interaction | 1 | 761,25 | 761,25 | 332,04 | 0,000 |
| $x_1 * x_2$ | 1 | 761,25 | 761,25 | 332,04 | 0,000 |
| Total | 27 | 2460,24 | | | |

Mô hình hồi quy mô tả quan hệ của lực cắt dưới dạng một hàm của hai biến: góc gá dao (x_1) và góc cấp phôi (x_2) thu được như sau:

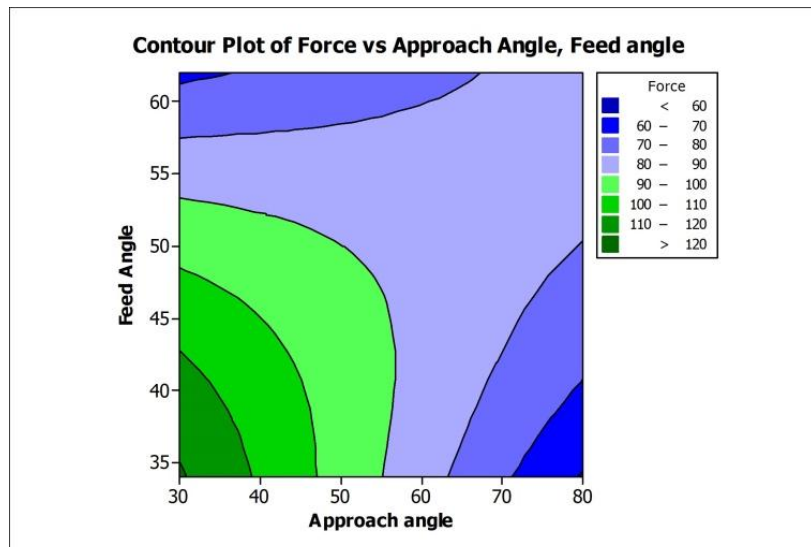
$$F = 210,1 - 3,132x_1^2 - 0,409x_2 - 0,03293x_2^2 + 0,05574x_1x_2 \quad (3.4)$$

Sai số hồi quy mô hình được mô tả trong *Bảng*

Bảng 3.7. Đánh giá sai số hồi quy

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 1.51415 | 97.95% | 97.48% | 95.83% |

Qua *Bảng*, có thể thấy với hệ số R^2 trên 97%, mô hình hồi quy thu được có mức độ phù hợp tốt với số liệu thí nghiệm.



Hình 2. Biểu đồ đường mức (Contour plot) của thí nghiệm tối ưu

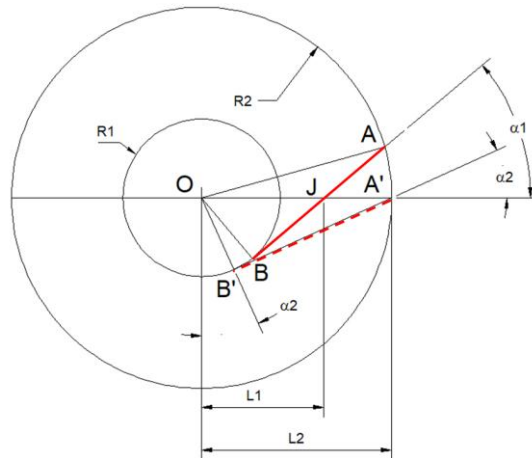
3.4. Thực nghiệm cắt tốc độ cao

Bảng 3.9. Các biến và mức giá trị thí nghiệm

| Tên biến đầu vào | Min | Max |
|-----------------------------|------|-------|
| Vận tốc (V ; m/s) | 8,96 | 14,08 |
| Góc gá dao (α ; °) | 0 | 60 |
| Góc cấp phôi (β , °) | 0 | 50 |

3.5. Phát triển mô hình đồng dạng

3.5.1. Đặt vấn đề



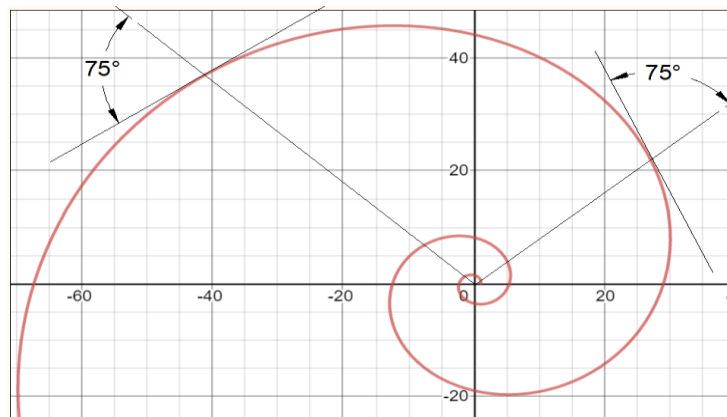
Hình 3.6. Sự thay đổi của góc gá dao α

Bảng 3.10. Ví dụ thay đổi của góc gá dao với bán kính $R1=100$ mm

| | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| L (mm) | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 |
| $\sin(\alpha)$ | 1.00 | 0.80 | 0.67 | 0.57 | 0.50 | 0.44 | 0.40 | 0.36 | 0.33 |
| α (°) | 90.00 | 53.13 | 41.81 | 34.85 | 30.00 | 26.39 | 23.58 | 21.32 | 19.47 |

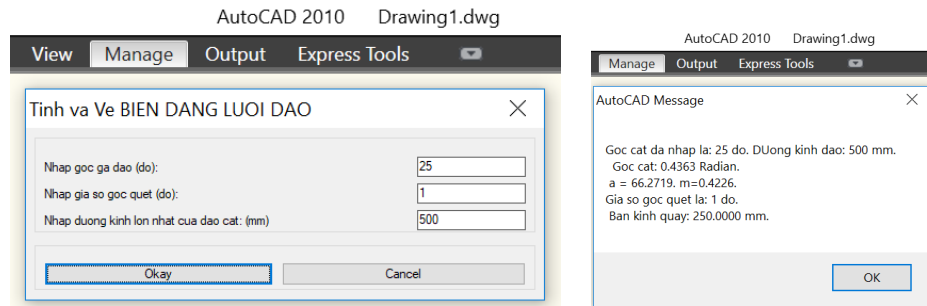
Góc gá dao thay đổi dẫn đến lực cắt thay đổi (tăng dần khi điểm cắt xa dần tâm quay) liên tục trong một lát cắt. Vì vậy, bài toán đặt ra là khi cắt theo mô hình cắt kéo, làm thế nào để đảm bảo góc gá dao luôn là hằng số. Lưỡi dao có biên dạng logarit sẽ đáp ứng yêu cầu này.

3.5.2. Đường xoắn ốc Logarit (Logarithmic spiral)

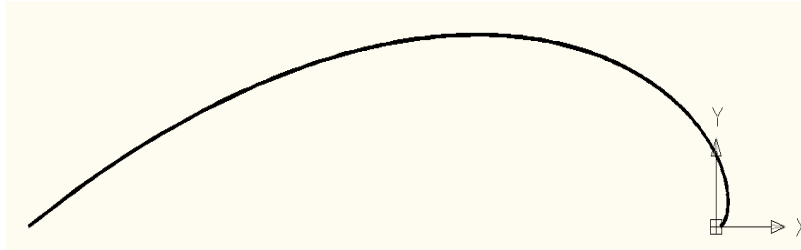


Hình 3.7. Đường xoắn ốc logarit

3.5.3. Phát triển mô hình đồng dạng lưỡi cắt



Hình 3.8. Hộp thoại nhập liệu và thông báo trong AutoCAD



Hình 3.9. Biên dạng lưỡi dao được xác định

Mã chương trình được mô tả trong Phụ lục. Minh họa kết quả chạy chương trình trong môi trường AutoCAD.

3.6. Kết luận chương

Chương 3 đã trình bày các kết quả thực nghiệm đánh giá khả năng đáp ứng của thiết bị thí nghiệm được thiết kế, chế tạo và vận hành. Ba bộ thí nghiệm, bao gồm hai bộ thí nghiệm với vận tốc cắt rất thấp, một bộ thí nghiệm với tốc độ quay tương đối cao của động cơ đã được thiết kế, phân tích và đánh giá theo lý thuyết quy hoạch thực nghiệm. Các mô hình phân tích đều cho kết quả tốt, mô hình hồi quy cho hệ số R^2 trên 97%. Các thông số cần thiết cho thí nghiệm, bao gồm vận tốc cắt, góc gá dao, góc cấp phôi đều có thể điều chỉnh vô cấp, cho phép khai thác tốt thiết bị đã chế tạo cho các nghiên cứu sau này. Gói phần mềm hoạt động ổn định, cho phép dựng nhanh và chính xác biên dạng dao có góc cắt không đổi dọc theo chiều dài lưỡi cắt.

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

4.1. Các kết luận

Đề tài đã thu được các kết quả chính yếu như sau:

a. Một thiết bị thí nghiệm hoàn chỉnh đã được phát triển dựa trên một máy băm cắt thân cây nông nghiệp thương mại thông dụng trên thị trường. Bằng cách thay đổi tối thiểu một số kết cấu cơ khí và bổ sung các thiết bị đo cần thiết, thiết bị thí nghiệm này vừa có thể tiến hành băm cắt bình thường như chức năng của máy thương mại, vừa có thể thu thập đầy đủ các dữ liệu cần thiết phục vụ nghiên cứu. Các kết quả thí nghiệm như vậy rất sát với điều kiện vận hành thực tiễn. Một số kết quả thí nghiệm khảo sát cho thấy, thiết bị đáp ứng tốt yêu cầu triển khai thí nghiệm theo lý thuyết quy hoạch thực nghiệm, đồng thời chỉ ra một số hướng nghiên cứu khả thi và hữu ích tiếp sau.

- b. Tạo ra được hướng nghiên cứu chuyên sâu về thiết kế, chế tạo máy băm;
- c. Xây dựng được mô hình vật lý phục vụ công tác nghiên cứu chế tạo ra các máy băm chế biến sản xuất nông nghiệp;
- d. Một gói phần mềm hoạt động ổn định, cho phép dựng nhanh và chính xác biên dạng dao có góc cắt không đổi dọc theo chiều dài lưỡi cắt;
- đ. Công bố 02 bài báo: 01 bài Scopus và 01 bài báo quốc gia trong danh mục được Hội đồng chức danh Giáo sư Nhà nước công nhận:

4.2. Các đề xuất nghiên cứu tiếp theo

Giải quyết bài toán tối ưu đa mục tiêu về năng suất và tiêu hao năng lượng nhằm giảm giá thành băm cắt, tạo tiền đề phát triển máy băm thái đa năng, đưa vào ứng dụng thực tiễn. máy băm thái đa năng, đưa vào ứng dụng thực tiễn.