

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**Vũ Văn Đam**

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH MỘT SỐ THÔNG SỐ HỢP LÝ  
CỦA QUÁ TRÌNH CẮT THÂN CÂY NGÔ SAU THU HOẠCH**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ khí

Mã Số: 9 52 01 03

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

1. PGS.TS. Nguyễn Quốc Tuấn
2. GS.TSKH. Phạm Văn Lang

**THÁI NGUYÊN – NĂM 2020**

**LỜI CAM ĐOAN**

*Tôi xin cam đoan, đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Những kết quả nghiên cứu được trình bày trong luận án là do bản thân tự nghiên cứu, không sao chép của bất kỳ ai hay nguồn nào.*

*Tôi xin cam đoan rằng mọi sự giúp đỡ cho việc thực hiện luận án đã được cảm ơn, các thông tin trích dẫn trong luận án đều được chỉ rõ nguồn gốc.*

**Tác giả luận án**

**Vũ Văn Đam**

## LỜI CẢM ƠN

Luận án này có thể chưa bao giờ được hoàn thành nếu không có sự quan tâm của tập thể cán bộ hướng dẫn: PGS.TS Nguyễn Quốc Tuấn; GS.TSKH Phạm Văn Lang. Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn về tất cả sự giúp đỡ của các Thầy dành cho tôi trong suốt thời gian qua.

Tôi xin gửi lời cảm ơn đến PGS.TS Nguyễn Văn Dự, người đã tận tình động viên, chỉ bảo, hướng dẫn và giúp đỡ tôi để tôi đủ quyết tâm hoàn thành bản luận án này. Tôi cũng xin gửi lời cảm ơn đến PGS.TS Nguyễn Hữu Công, vì sự quan tâm đặc biệt của Thầy dành cho tôi, người đã truyền cảm hứng cho tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu. Tôi xin gửi lời cảm ơn đến PGS.TS Ngô Như Khoa, người đã tận tình tư vấn và trực tiếp hỗ trợ thiết bị đo cho các thí nghiệm của nghiên cứu này.

Tôi xin chân thành cảm ơn tập thể các thầy, cô giáo khoa Cơ khí, phòng Đào tạo, Ban Giám hiệu trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp và các khoa, phòng, ban, viện trong trường đã giúp đỡ về chuyên môn cũng như tạo điều kiện cho tôi trong quá trình thực hiện luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban Giám đốc Đại học Thái Nguyên và tập thể cán bộ CNV khối văn phòng Đại học Thái Nguyên, đã tạo điều kiện thuận lợi giúp đỡ tôi trong suốt quá trình tôi học tập và nghiên cứu.

Tôi xin chân thành cảm ơn ban chủ nhiệm đề tài Tây Bắc (KH-CN-TB.12C/13-18) đã tạo điều kiện giúp đỡ tôi trong quá trình triển khai thí nghiệm.

Tôi xin trân trọng cảm ơn các nhà khoa học, các bạn đồng nghiệp và đặc biệt là các thành viên trong gia đình, đã giúp đỡ, ủng hộ, động viên, góp ý kiến để tôi hoàn thành luận án này.

**Tác giả luận án**

**Vũ Văn Đàm**

## MỤC LỤC

<b>HỆ THỐNG KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT.....</b>	<b>VII</b>
<b>DANH MỤC BẢNG BIỂU .....</b>	<b>IX</b>
<b>DANH MỤC HÌNH VẼ .....</b>	<b>XI</b>
<b>MỞ ĐẦU .....</b>	<b>1</b>
1. Tính cấp thiết của đề tài nghiên cứu .....	1
5. Cấu trúc nội dung luận án.....	6
<b>CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MÁY BĂM THÂN CÂY NÔNG NGHIỆP.....</b>	<b>8</b>
1.1. Giới thiệu .....	8
1.2. Tình hình sản xuất ngô trên thế giới và trong nước.....	8
1.2.1. Sản xuất ngô trên thế giới.....	8
1.2.2. Sản xuất ngô trong nước.....	9
1.3. Một số đặc điểm của cây ngô sau thu hoạch .....	10
1.3.1. Độ ẩm.....	12
1.3.2. Khối lượng riêng.....	13
1.3.3. Đặc tính cơ học .....	14
1.3.4. Ma sát trượt giữa thân cây ngô với vật liệu khác.....	15
1.4. Chế biến phụ phẩm nông nghiệp .....	16
1.4.1. Chế biến thức ăn gia súc.....	16
1.4.2. Chế biến sản phẩm thương mại .....	17
1.5. Máy băm phụ phẩm nông nghiệp .....	17
1.5.1. Máy băm dạng trống.....	18
1.5.2. Máy băm dạng đĩa.....	19
1.5.3. Máy băm dùng dao răng.....	20
1.6. Nghiên cứu thực nghiệm.....	21
1.6.1. Quy ước thông số góc .....	21
1.6.2. Thí nghiệm cắt bán tĩnh .....	22

1.6.3. Thí nghiệm cắt va đập.....	24
1.6.4. Thí nghiệm cắt có dao kê .....	26
1.7. Một số kết quả nghiên cứu tiết kiệm năng lượng tiêu thụ .....	27
Kết luận chương 1 .....	31
<b>CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ QUÁ TRÌNH BẮM PHỤ PHẨM NÔNG NGHIỆP .....</b>	<b>33</b>
2.1. Nguyên lý băm.....	33
2.2. Cơ sở động lực học quá trình băm.....	35
2.3. Bài toán tối ưu đa mục tiêu.....	44
Kết luận chương 2.....	47
<b>CHƯƠNG 3. HỆ THỐNG THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....</b>	<b>48</b>
3.1. Giới thiệu .....	48
3.2. Thiết kế hệ thống thí nghiệm .....	48
3.2.1. Thiết kế sơ đồ thí nghiệm .....	48
3.2.2. Thiết kế kết cấu .....	52
3.3. Lựa chọn thiết bị đo và thu thập dữ liệu .....	55
3.3.1. Cảm biến đo lực cắt .....	56
3.3.2. Đo lực ma sát cây-dao kê.....	57
3.3.3. Cảm biến đo mô men.....	58
3.3.4. Thiết bị xử lý và thu thập dữ liệu .....	59
3.3.5. Phần mềm thiết kế và phân tích số liệu thí nghiệm.....	60
3.4. Chế tạo, lắp đặt hệ thống thí nghiệm .....	60
3.5. Vận hành và một số kết quả khảo sát hệ thống .....	61
3.5.1. Vận hành hệ thống thí nghiệm .....	61
3.5.2. Đo lực cắt và mô men .....	62
3.5.3. Đo ma sát trượt giữa dao kê và thân cây ngô.....	63
Kết luận chương 3.....	65

<b>CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VÀ PHÁT TRIỂN MÔ HÌNH BIÊN DẠNG LƯỠI CẮT.....</b>	<b>67</b>
4.2. Mô tả thí nghiệm.....	68
4.3. Thí nghiệm sàng lọc.....	69
4.4. Thí nghiệm tối ưu hóa lực cắt khi cắt chậm .....	73
4.4.1. <i>Thí nghiệm khởi đầu</i> .....	73
4.4.2. <i>Thí nghiệm xuống dốc tìm vùng cực tiểu</i> .....	75
4.4.3. <i>Thí nghiệm tối ưu</i> .....	77
4.5. Thí nghiệm tối ưu hóa đa mục tiêu .....	80
4.5.1. <i>Mô tả các hàm mục tiêu</i> .....	80
4.5.2. <i>Thí nghiệm tối ưu hóa</i> .....	83
4.5.3. <i>Xác định bộ thông số tối ưu</i> .....	86
4.6. Đánh giá một số biên dạng lưỡi cắt theo chỉ tiêu duy trì góc tiếp dao ....	89
4.6.1. <i>Dao lưỡi cắt thẳng</i> .....	89
4.6.2. <i>Dao cung tròn</i> .....	91
4.6.3. <i>Dao lô-ga-rít</i> .....	94
4.7. Tự động thiết kế các lưỡi cắt đồng dạng.....	95
4.8. Thiết kế, chế tạo và thử nghiệm dao logarit .....	99
Kết luận chương 4.....	102
<b>KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT .....</b>	<b>103</b>
1. Kết luận chung .....	103
2. Hướng nghiên cứu tiếp theo.....	104
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>105</b>
<b>PHỤ LỤC.....</b>	<b>116</b>
<b>CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ.....</b>	<b>122</b>

## HỆ THỐNG KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
$\alpha$	Góc tiếp dao	°
$\beta$	Góc nghiêng cây	°
C	Hệ số tính toán	
$\chi$	Góc kẹp hình thành giữa phương lưỡi dao cắt và cạnh sắc dao kê	°
D	Giá trị hàm kỳ vọng tổng hợp chung	
$\delta$	Khe hở giữa dao kê và dao cắt	mm
$\Delta S$	Chiều dài tiếp xúc giữa dao với cây nguyên liệu	mm
$\varepsilon$	Hệ số trượt	
$F_c$	Lực cắt	N
$F_{ms}$	Lực ma sát giữa cây nguyên liệu và lưỡi dao	N
FS	Giá trị lực thu được từ cảm biến lực động	N
$\varphi$	Góc hợp bởi phương đường trục thân cây và phương lưỡi cắt	°
$\mu$	Hệ số ma sát	
N	Lực pháp tuyến	N
n	Tốc độ quay	v/ph
P	Công suất tiêu thụ	W
q	Lực phân bố trên đoạn lưỡi dao	$g/cm^3$
$q_0$	Lực phân bố tối thiểu	N/mm
$q_{th}$	Lực tới hạn	N/mm
$\rho_c$	Khối lượng riêng của mẫu thí nghiệm	$g/cm^3$
$\sigma$	Lực cản bám cắt	N
$\tau$	Góc cắt trượt	°
$\tau$	Góc trượt	°
T	Chu kỳ lực	s
TS	Giá trị lực thu được từ cảm biến mô men	N
V	Vận tốc chuyển động của lưỡi dao	m/s
$V_n$	Vận tốc pháp tuyến	m/s
$V_t$	Vận tốc tiếp tuyến	m/s
$W_1$	Khối lượng của hộp rỗng	g
$W_2$	Khối lượng của mẫu và hộp	g
$W_b$	Độ ẩm của mẫu thí nghiệm	%

<b>Ký hiệu</b>	<b>Ý nghĩa</b>	<b>Đơn vị</b>
$W_D$	Khối lượng của mẫu và đĩa nhôm lúc sau sấy khô	g
$W_W$	Khối lượng của mẫu và đĩa nhôm lúc đầu	g



## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Diện tích, năng suất và sản lượng ngô thế giới 2008-2016.....	9
Bảng 1.2. Tình hình sản xuất ngô ở Việt Nam 1990-2017.....	10
Bảng 1.3. Một số đặc điểm tính chất thân cây ngô.....	11
Bảng 1.4. Một số thông số phụ phẩm từ ngô.....	12
Bảng 1.5. Hệ số ma sát tĩnh của các bộ phận cây ngô.....	15
Bảng 1.6. Hệ số ma sát động các bộ phận của cây ngô.....	15
Bảng 3.1. Thông số kỹ thuật của cảm biến mô men RTT .....	58
Bảng 3.2. Thông số kỹ thuật của Bộ thu thập dữ liệu NI USB-6008.....	59
Bảng 3.3. Kết quả thí nghiệm đo ma sát trượt dao kê – cây ngô.....	65
Bảng 4.1. Các biến đầu vào của thí nghiệm sàng lọc .....	70
Bảng 4.2. Kết quả thí nghiệm sàng lọc .....	70
Bảng 4.3. Các biến trong thí nghiệm khởi đầu .....	74
Bảng 4.4. Thiết kế và kết quả của các thí nghiệm khởi đầu .....	74
Bảng 4.5. Kết quả các thí nghiệm xuống dốc .....	76
Bảng 4.6. Thiết kế và kết quả của các thí nghiệm tối ưu CCD .....	77
Bảng 4.7. Cấp độ và giá trị thực của các biến thí nghiệm .....	83
Bảng 4.8. Thí nghiệm CCD và kết quả tương ứng .....	83

Bảng 4.9. Ví dụ thay đổi của góc tiếp dao với bán kính  $R_1=100$  mm..... 91

Bảng 4.10. Thống kê giá trị của góc tiếp dao tại các điểm cắt khác nhau .... 93