

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

ĐỒ ĐỨC TRUNG

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH MỘT SỐ THÔNG SỐ CỦA QUÁ
TRÌNH GIA CÔNG KHI MÀI VÔ TÂM THÉP 20X THẨM
CÁC BON NHẪM CẢI THIỆN ĐỘ KHÔNG TRÒN
VÀ ĐỘ NHÁM BỀ MẶT**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

THÁI NGUYÊN – NĂM 2016

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

ĐỖ ĐỨC TRUNG

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ

MÃ SỐ: 62.52.01.03

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH MỘT SỐ THÔNG SỐ CỦA QUÁ
TRÌNH GIA CÔNG KHI MÀI VÔ TÂM THÉP 20X THẨM
CÁC BON NHẪM CẢI THIỆN ĐỘ KHÔNG TRÒN
VÀ ĐỘ NHÁM BỀ MẶT**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

1. PGS.TS. PHAN BÙI KHÔI

2. TS. NGÔ CƯỜNG

THÁI NGUYÊN – NĂM 2016

LỜI CAM ĐOAN

Tác giả của luận án này xin cam đoan:

Những kết quả nghiên cứu được trình bày trong luận án (trừ những điểm được trích dẫn) là hoàn toàn do bản thân tự nghiên cứu, không sao chép của bất kỳ ai hay nguồn nào.

Các bản vẽ, bảng biểu, kết quả đo đạc thí nghiệm và các kết quả tính toán (trừ những điểm được trích dẫn) đều được thực hiện nghiêm túc, trung thực, không chỉnh sửa và sao chép của bất kỳ nguồn nào.

Nếu có điều gì sai trái, tác giả của bản luận án xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Thái Nguyên, ngày 8 tháng 9 năm 2016

Tác giả luận án

Đỗ Đức Trung

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc tới PGS. TS. Phan Bùi Khôi và TS. Ngô Cường, những người thầy đã tận tình hướng dẫn và động viên tôi trong nhiều năm tháng học tập, nghiên cứu để hoàn thành luận án.

Tôi xin trân trọng cảm ơn tập thể Khoa Cơ khí, các vị lãnh đạo và các Nhà Khoa học của Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – Đại học Thái Nguyên đã luôn quan tâm, giúp đỡ cũng như đóng góp các ý kiến để tôi hoàn thành luận án.

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới Ban Giám hiệu Trường Cao đẳng Kinh tế – Kỹ thuật, cùng các phòng ban chức năng đã quan tâm và tạo điều kiện thuận lợi để tôi hoàn thành luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn các Nhà khoa học trong Hội đồng đánh giá luận án TS cấp cơ sở (PGS-TS. Phan Quang Thê; GS-TSKH. Bành Tiến Long; PGS-TS. Nguyễn Thị Phương Mai; PGS-TS. Nguyễn Quốc Tuấn; PGS-TS. Vũ Ngọc Pi; PGS-TS. Hoàng Vị; PGS-TS. Nguyễn Đình Mẫn) đã góp ý thẳng thắn, chân thành để luận án được hoàn thiện hơn.

Tôi xin chân thành cảm ơn GS W Brian Rowe – Đại học Liverpool John Moores (Anh), cố GS Steven Malkin – Đại học Massachusetts (Mỹ), GS Yongbo Wu – Đại học Akita (Nhật Bản), GS Kang Kim – Đại học Kookmin (Hàn Quốc), GS Noyan Turkkan - Đại học Dé Moncton (Canada) đã cho tôi những ý kiến hết sức quý báu, cho tôi những tài liệu vô cùng quý giá và cho tôi rất nhiều động lực trong quá trình thực hiện luận án này.

Từ đáy lòng mình, tôi xin bày tỏ sự biết ơn chân thành tới Công ty Cổ phần Cơ khí Phở Yên – Thái Nguyên (FOMECO) đã giúp đỡ tôi tiến hành thí nghiệm cho nội dung nghiên cứu của luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn các Nhà khoa học, bạn bè đồng nghiệp và gia đình, đặc biệt là người vợ Nguyễn Thị Hằng và con trai Đỗ Đức Bảo đã luôn quan tâm, động viên giúp tôi vượt qua mọi khó khăn trong quá trình học tập và hoàn thành bản luận án này.

Thái Nguyên, ngày 8 tháng 9 năm 2016

Tác giả luận án

Đỗ Đức Trung

MỤC LỤC

NỘI DUNG	Trang
PHẦN MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Đối tượng nghiên cứu	3
3. Mục đích nghiên cứu	3
4. Nội dung nghiên cứu	3
5. Phạm vi nghiên cứu	4
6. Phương pháp nghiên cứu	4
7. Ý nghĩa của đề tài	6
7.1. Ý nghĩa khoa học	6
7.2. Ý nghĩa thực tiễn	6
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ MÀI VÔ TÂM	7
1.1. Ưu - nhược điểm, phạm vi ứng dụng của phương pháp mài vô tâm	7
1.1.1. Ưu - nhược điểm	7
1.1.2. Phạm vi ứng dụng	7
1.2. Sơ đồ mài vô tâm chạy dao hướng kính	8
1.3. Một số thông số cơ bản của quá trình mài vô tâm chạy dao hướng kính	9
1.3.1. Góc cao tâm của chi tiết	9
1.3.2. Lượng chạy dao hướng kính	10
1.3.3. Vận tốc đá mài	10
1.3.4. Vận tốc chi tiết	11
1.3.5. Sửa đá mài	11
1.3.6. Sửa đá dẫn	11
1.3.7. Thanh tỳ	13
1.4. Một số dạng sai số khi mài vô tâm chạy dao hướng kính và các nguyên nhân chính	13
1.4.1. Sai số trên mặt cắt ngang	13
1.4.2. Sai số theo phương dọc trục	15
1.4.3. Khuyết tật trên bề mặt gia công	16
1.4.4. Kích thước đường kính không ổn định	17
1.5. Ảnh hưởng của một số yếu tố đến độ không tròn của bề mặt chi tiết	18
1.5.1. Xu hướng nghiên cứu về độ không tròn của bề mặt chi tiết	18
1.5.2. Ảnh hưởng của phương pháp sửa đá dẫn	19
1.5.3. Ảnh hưởng của độ chính xác biên dạng đá dẫn	20
1.5.4. Ảnh hưởng của một số thông số công nghệ và thông số sửa đá	20

1.6. Ảnh hưởng của một số yếu tố đến nhám bề mặt	25
1.6.1. Xu hướng nghiên cứu về nhám bề mặt	25
1.6.2. Ảnh hưởng của phương pháp mài và phương pháp sửa đá mài	26
1.6.3. Ảnh hưởng của một số thông số công nghệ và thông số sửa đá	26
1.7. Xu hướng nghiên cứu về mô phỏng quá trình mài vô tâm	29
1.8. Tối ưu quá trình mài	30
Kết luận chương 1	31
Chương 2. MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH MÀI VÔ TÂM CHẠY DAO HƯỚNG KÍNH	33
2.1. Đặt vấn đề	33
2.2. Một số phương pháp mô phỏng quá trình mài vô tâm chạy dao hướng kính	33
2.2.1. Phương pháp mô phỏng của Rowe và Barash - một số ứng dụng	33
2.2.1.1. Phương pháp mô phỏng của Rowe và Barash	33
2.2.1.2. Một số nghiên cứu ứng dụng phương pháp mô phỏng của Rowe và Barash	39
2.2.2. Phương pháp mô phỏng của Krajnik và cộng sự	41
2.3. Mô phỏng dự đoán độ không tròn của bề mặt chi tiết khi mài vô tâm chạy dao hướng kính	47
2.3.1. Xác định mối quan hệ giữa α_g , β_G với các thông số hình học của hệ thống công nghệ	48
2.3.2. Phương pháp xác định độ không tròn	49
2.3.3. Xây dựng thuật toán	49
2.3.4. Các thông số đầu vào	54
2.3.5. Đánh giá độ chính xác của thuật toán và chương trình mô phỏng	56
2.3.6. So sánh với kết quả thực nghiệm	60
Kết luận chương 2	64
Chương 3. MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VÀ XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM	65
3.1. Mục đích nghiên cứu thực nghiệm	65
3.1.1. Chọn chỉ tiêu đánh giá	66
3.1.2. Chọn thông số đầu vào	66
3.1.3. Các yếu tố điều khiển được	68
3.1.4. Nhiều khi mài vô tâm chạy dao hướng kính	69
3.2. Xây dựng hệ thống thí nghiệm	69
3.2.1. Yêu cầu chung đối với hệ thống thí nghiệm	69
3.2.2. Máy thí nghiệm	70

3.2.3. Mẫu thí nghiệm	70
3.2.4. Đá thí nghiệm	71
3.2.5. Sửa đá	72
3.2.6. Dung dịch trơn nguội	72
3.2.7. Thiết bị đo	72
Kết luận chương 3	74
Chương 4. TỐI ƯU HÓA MỘT SỐ THÔNG SỐ KHI MÀI VÔ TÂM CHẠY ĐAO HƯỚNG KÍNH	75
4.1. Thí nghiệm tối ưu hóa	75
4.1.1. Thí nghiệm khởi đầu	76
4.1.1.1. Giá trị tại các mức của các biến khi thí nghiệm khởi đầu	76
4.1.1.2. Ma trận thí nghiệm khởi đầu	77
4.1.2. Thí nghiệm bề mặt chỉ tiêu	81
4.1.2.1. Chọn kế hoạch thí nghiệm	81
4.1.2.2. Mô hình hồi qui thực nghiệm	81
4.1.2.3. Ma trận thí nghiệm hỗn hợp tâm xoay	82
4.2. Thí nghiệm theo kế hoạch hỗn hợp tâm xoay	83
4.2.1. Giá trị tại các mức của thông số thí nghiệm	83
4.2.2. Kết quả thí nghiệm	84
4.2.3. Phân tích kết quả	85
4.2.3.1. Phân tích mô hình độ không tròn	85
4.2.3.2. Phân tích mô hình nhám bề mặt	88
4.3. Tối ưu hóa	90
4.3.1. Thông số tối ưu	90
4.3.2. Ràng buộc	90
4.3.3. Thuật toán tối ưu	91
4.3.4. Mẫu thí nghiệm	91
4.3.5. Tối ưu hóa hàm mục tiêu Δ	92
4.3.5.1. Sử dụng thuật toán giảm gradient tổng quát	92
4.3.5.2. Sử dụng thuật toán di truyền	92
4.3.5.3. Thí nghiệm so sánh kết quả của các thuật toán tối ưu đối với hàm mục tiêu độ không tròn	94
4.3.6. Tối ưu hóa hàm mục tiêu Ra	97
4.3.6.1. Sử dụng thuật toán giảm gradient tổng quát	97
4.3.6.2. Sử dụng thuật toán di truyền	97
4.3.6.3. Thí nghiệm so sánh kết quả của các thuật toán tối ưu đối với hàm	99

mục tiêu nhám bề mặt	
4.3.7. Tối ưu đa mục tiêu	102
4.3.7.1. Sử dụng thuật toán giảm gradient tổng quát	102
4.3.7.2. Sử dụng thuật toán di truyền	103
4.3.7.3. Thí nghiệm so sánh kết quả của các thuật toán tối ưu đối với hàm đa mục tiêu	104
Kết luận chương 4	109
KẾT LUẬN CHUNG VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA LUẬN ÁN	111
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ	113
TÀI LIỆU THAM KHẢO	115
PHỤ LỤC	130

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ CÁI VIẾT TẮT

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
Δ	Độ không tròn	μm
Δ_{MP}	Độ không tròn khi mô phỏng	μm
Δ_{TN}	Độ không tròn khi thí nghiệm	μm
Ra	Sai lệch số học trung bình của profin - Độ nhám	μm
λ	Góc xoay của ụ đá dẫn trong mặt phẳng thẳng đứng	Độ
d_{dm}, r_{dm}	Đường kính, bán kính đá mài	mm
d_{dd}, r_{dd}	Đường kính, bán kính đá dẫn	mm
d_{ct}, r_{ct}	Đường kính, bán kính chi tiết	mm
h	Chiều cao tâm chi tiết so với đường thẳng nối tâm đá mài và tâm đá dẫn	mm
γ	Góc nghiêng bề mặt thanh tỳ so với phương ngang	Độ
β	Góc cao tâm của chi tiết	Độ
S_k	Lượng chạy dao hướng kính	$\mu\text{m/s}$
S_{sd}	Lượng chạy dao dọc khi sửa đá mài	mm/ph
S_{sd}^*	Lượng chạy dao dọc khi sửa đá dẫn	mm/ph
t_{sd}	Chiều sâu sửa đá mài	mm
t_{sd}^*	Chiều sâu sửa đá dẫn	mm
v_{dm}	Vận tốc đá mài	m/s
v_{dd}	Vận tốc đá dẫn	m/ph
v_{ct}	Vận tốc chi tiết	m/ph
h_d	Chiều cao gá đĩa sửa đá dẫn so với tâm đá dẫn	mm
ϕ_d	Góc xoay của thước sửa đá dẫn trong mặt phẳng song song với mặt phẳng tiếp tuyến của bề mặt đá dẫn tại điểm tiếp xúc giữa bề mặt đá dẫn và dụng cụ sửa đá	Độ
θ	Góc xác định vị trí tức thời của chi tiết gia công	Độ
α_g	Góc hợp bởi pháp tuyến chung của bề mặt đá mài – bề mặt chi tiết và pháp tuyến chung của bề mặt thanh tỳ - bề mặt chi tiết	Độ

$\Delta b, \Delta r$	Sai số trên bề mặt phôi	mm
$\Delta L_b, \Delta L_r$	Lượng dịch chuyển tâm chi tiết theo phương vuông góc với bề mặt đá mài tại điểm tiếp xúc với bề mặt đá mài	mm
$S_{k(\theta)}$	Quãng đường chạy dao hướng kính tính đến thời điểm chi tiết quay được góc θ .	mm
$R_{(\theta)}$	Lượng giảm bán kính lý thuyết của chi tiết tại thời điểm chi tiết quay được góc θ	mm
$r_{(\theta)}$	Lượng giảm bán kính thực tế của chi tiết tại thời điểm chi tiết quay được góc θ	mm
M	Hệ số đàn hồi của hệ thống công nghệ	
t_{dc}	Chiều sâu cắt điều chỉnh	mm
t_{tt}	Chiều sâu cắt thực tế	mm
a_z	Lượng dư gia công (tính theo bán kính)	mm
G_n	Mức độ ổn định hình học	
$A_{r_{cm}}$	Độ lớn của vấu lồi hình thành trên bề mặt chi tiết	mm
x_{ct}, y_{ct}	Lượng dịch tâm chi tiết	mm
$x_{ud}(t)$	Lượng dịch chuyển của ụ đá theo phương pháp tuyến với bề mặt chi tiết tại điểm tiếp xúc với bề mặt đá sau khoảng thời gian t	mm
m_{ct}	Khối lượng của chi tiết	kg
$F_n^{dm}, F_n^{dd}, F_n^{tt}$	Thành phần lực pháp tuyến trên bề mặt đá mài, đá dẫn và thanh tỳ tại điểm tiếp xúc với chi tiết	N
$F_t^{dm}, F_t^{dd}, F_t^{tt}$	Thành phần lực tiếp tuyến trên bề mặt đá mài, đá dẫn và thanh tỳ tại điểm tiếp xúc với chi tiết	N
β_G	Góc hợp bởi pháp tuyến chung của bề mặt đá mài – bề mặt chi tiết và pháp tuyến chung của bề mặt đá dẫn – bề mặt chi tiết	Độ
K_{dm}, K_{dd}, K_{tt}	Độ cứng đàn hồi của bề mặt đá mài, bề mặt đá dẫn và bề mặt thanh tỳ	N/m
c_{dm}, c_{dd}, c_{tt}	Hệ số giảm chấn của bề mặt đá mài, bề mặt đá dẫn và bề mặt thanh tỳ	Ns/m
μ_{dm}	Hệ số ma sát giữa bề mặt chi tiết với bề mặt đá mài	