ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

LÊ XUÂN HƯNG

NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ SỬA ĐÁ, BÔI TRƠN – LÀM NGUỘI VÀ XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KÍNH ĐÁ MÀI TỐI ƯU KHI THAY ĐÁ ĐỂ NÂNG CAO HIỆU QUẢ CỦA QUÁ TRÌNH MÀI LỖ

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

THÁI NGUYÊN – NĂM 2019

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

LÊ XUÂN HƯNG

NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ SỬA ĐÁ, BÔI TRƠN – LÀM NGUỘI VÀ XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KÍNH ĐÁ MÀI TỐI ƯU KHI THAY ĐÁ ĐỂ NÂNG CAO HIỆU QUẢ CỦA QUÁ TRÌNH MÀI LỖ

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ
MÃ SỐ: 9.52.01.03

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn khoa học 1	Người hướng dẫn khoa học 2
PGS. TS. Vũ Ngọc Pi	**GS. TSKH. Bành Tiến Long**

THÁI NGUYÊN – NĂM 2019

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan:

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

Các kết quả tính toán (trừ những điểm được trích dẫn) đều được thực hiện nghiêm túc, trung thực, không chỉnh sửa, không sao chép của bất kỳ nguồn nào.

Thái Nguyên, ngày 15 tháng 11 năm 2019

Tác giả luận án

Lê Xuân Hưng

LỜI CẢM ƠN

Trước hết, với lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc, tôi xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới tập thể người hướng dẫn khoa học là những người thầy đã dành nhiều thời gian hướng dẫn, tận tình chỉ bảo tôi trong suốt quá trình nghiên cứu.

Tôi xin trân trọng cảm ơn Ban Giám hiệu, Phòng Đào tạo, Khoa Cơ khí của Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên đã tạo mọi điều kiện giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thành Luận án.

Để có được những kết quả như ngày hôm nay, tôi xin trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ nhiệt tình của cán bộ, công nhân của Doanh nghiệp tư nhân Cơ khí chính xác Thái Hà và Công ty cổ phần Phụ tùng máy số 1 đã giúp đỡ tôi hoàn thành các công việc liên quan đến thí nghiệm, thực nghiệm và đo đạc.

Tôi xin được bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới gia đình, bạn bè, đồng nghiệp những người luôn bên cạnh tôi, đã động viên, chia sẻ, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu để hoàn thành Luận án.

Tác giả luận án

Lê Xuân Hưng

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN ..... **i**
LỜI CẢM ƠN ..... **ii**
DANH MỤC KÝ HIỆU, CHỮ CÁI VIẾT TẮT ..... **vi**
DANH MỤC HÌNH VẼ ..... **x**
DANH MỤC BẢNG BIỂU ..... **xiii**
PHẦN MỞ ĐẦU **1**
Tính cấp thiết của đề tài 1
Đối tượng nghiên cứu 3
Mục đích nghiên cứu 3
Phạm vi nghiên cứu 3
Phương pháp nghiên cứu 3
Nội dung nghiên cứu 3
Những đóng góp mới 4
Cấu trúc của luận án 4
Ý nghĩa của đề tài 4
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MÀI LỖ **5**
1.1. Giới thiệu về mài lỗ 5
1.1.1. Các sơ đồ mài lỗ 5
1.1.2. Trục mang đá của đá mài lỗ 6
1.1.3. Vị trí và vai trò của nguyên công mài lỗ trong quy trình công nghệ 8
1.2. Các đặc điểm của quá trình mài lỗ 9
1.2.1. Chiều dài cung tiếp xúc l_k 9
1.2.2. Chiều dày lớp cắt khi mài a_z 10
1.2.3. Đường kính tương đương của đá mài 11
1.2.4. Quá trình tách phoi của hạt mài 11
1.2.5. Năng suất bóc tách của quá trình mài 13
1.2.6. Lực trong quá trình mài 14
1.3. Mòn đá và tuổi bền của đá mài 16
1.3.1. Mòn đá mài 16
1.3.2. Tuổi bền của đá 18

1.3.3. Chất lượng bề mặt sau mài. 20
1.3.4. Topography của đá mài 22
1.4. Tổng quan các nghiên cứu về mài lỗ 23
1.4.1. Ảnh hưởng của bôi trơn làm nguội (BTLN) đến quá trình mài lỗ. 24
1.4.2. Ảnh hưởng của chế độ sửa đá đến quá trình mài lỗ. 29
1.4.3. Ảnh hưởng của chế độ cắt và đá mài đến quá trình mài lỗ. 33
1.4.4. Các mô hình tính toán chi phí trong gia công mài..... 37
1.5. Kết luận chương 1 41
Nhận xét 41
Định hướng vấn đề nghiên cứu..... 41
CHƯƠNG 2. MÔ HÌNH NÂNG CAO HIỆU QUẢ QUÁ TRÌNH MÀI LỖ VÀ XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM 43
2.1. Mô hình nâng cao hiệu quả quá trình mài lỗ..... 43
2.1.1. Sơ đồ và cơ sở của nghiên cứu nâng cao hiệu quả quá trình mài lỗ..... 43
2.1.2. Chọn thông số đầu vào 44
2.1.3. Các tham số điều khiển được..... 45
2.1.4. Các tham số nhiễu..... 45
2.1.5. Các thông số đầu ra..... 45
2.1.6. Các giải pháp nâng cao hiệu quả quá trình mài lỗ..... 46
2.2. Hệ thống thí nghiệm..... 47
2.3. Kết luận chương 2 50
CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ BÔI TRƠN – LÀM NGUỘI ĐẾN QUÁ TRÌNH MÀI LỖ 51
3.1. Mục đích thí nghiệm 52
3.2. Thiết kế thí nghiệm 52
3.3. Thực nghiệm và xử lý kết quả..... 55
3.3.1. Với dầu Caltex Aquatex 3180 55
3.3.2. Với dầu *Emulsion* 57
3.4.3. Xác định chế độ bôi trơn – làm nguội hợp lý khi mài lỗ..... 60
3.5. Kết luận chương 3. 62
CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ SỬA ĐÁ ĐẾN QUÁ TRÌNH MÀI LỖ 63

4.1. Mục đích thí nghiệm 64
4.2. Thiết kế thí nghiệm 64
4.3. Ảnh hưởng của chế độ sửa đá đến nhám bề mặt và năng suất khi mài lỗ 69
4.3.1. Kết quả thực nghiệm 69
4.3.2. Đánh giá kết quả thực nghiệm và tối ưu hóa đơn mục tiêu 69
4.4. Tối ưu hóa đa mục tiêu 79
4.5. Kết luận chương 4. 86
CHƯƠNG 5. XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KÍNH ĐÁ MÀI KHI THAY ĐÁ TRONG GIA CÔNG MÀI LỖ 87
5.1. Phân tích chi phí cho quá trình mài lỗ 87
5.1.1. Tổng thời gian mài 01 chi tiết, t_t 88
5.1.2. Chi phí cho máy $C_{m,h}$ 90
5.1.3. Chi phí cho con người và chi phí gián tiếp $C_{wa,h}$ 90
5.1.4. Chi phí cho đá mài $C_{gw,p}$ 90
5.2. Ảnh hưởng của các thông số đến chi phí của quá trình mài lỗ 91
5.2.1. Mức độ ảnh hưởng 93
5.2.2. Đặc điểm ảnh hưởng 94
5.3. Đường kính thay đá hợp lý 96
5.3.1. Xác định đường kính thay đá hợp lý 96
5.3.2. Ảnh hưởng của các thông số đến đường kính thay đá hợp lý 97
5.3.3. Mô hình hồi quy xác định đường kính đá mài khi thay hợp lý 101
5.4. Kết luận chương 5 102
KẾT LUẬN CHUNG VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA LUẬN ÁN 104
Kết luận chung 104
Hướng nghiên cứu tiếp theo. 105
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI 106
TÀI LIỆU THAM KHẢO 108

DANH MỤC CHỮ CÁI VIẾT TẮT

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
ANOVA	Phân tích phương sai (Analysis of Variance)	
BTLN	Bôi trơn làm nguội	
CCD	Dạng kế hoạch hỗn hợp tâm xoay (Central Composite Design)	
MSD	Tổng bình phương trung bình của giá trị đo	
LL	Lưu lượng dung dịch	lít/phút
NĐ	Nồng độ dung dịch	%
Stiff	Độ cứng vững trục mang đá	
S/N	Tỷ số tín hiệu nhiễu (Signal-to-noise)	

DANH MỤC KÝ HIỆU CHÍNH

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
A_{mt}	Diện tích mà máy chiếm chỗ	m^2
$a_{e,tot}$	lượng dư gia công	mm
a_z	Chiều dày lớp cắt khi mài	mm
a_{ed}	Tổng chiều sâu sửa đá	mm
a	Đoạn chạy vượt quá khi mài	mm
B_{gw}	Chiều rộng đá mài	mm
$C_{m,h}$	chi phí cho máy theo giờ	VNĐ/h
$C_{wa,h}$	chi phí cho con người, quản lý theo giờ	VNĐ/h
$C_{mt,h}$	Chi phí cho máy, quản lý, con người theo giờ	VNĐ/h
C_{gw}	Giá thành viên đá mài	VNĐ/h
$C_{gw,p}$	Chi phí cho đá mài tính cho một chi tiết	VNĐ/h
$C_{mt,p}$	Chi phí cho máy, quản lý, con người theo chi tiết	VNĐ/h
$C_{mc,y}$	chi phí hệ thống gia công hàng năm	VNĐ/năm
$C_{in,y}$	Chi phí trả lãi ngân hàng hàng năm	VNĐ/năm
$C_{ro,y}$	Chi phí cho nhà xưởng hàng năm	VNĐ/năm
$C_{ma,y}$	Chi phí duy tu bảo dưỡng hàng năm	VNĐ/năm

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
$C_{en,y}$	Chi phí cho năng lượng (điện) hàng năm	VNĐ/năm
C_{en}	giá điện	VNĐ/kWh
C_{mc}	Chi phí mua hệ thống gia công	VNĐ
C_{sqm}	Chi phí nhà xưởng cho $1m^2$ trong 1 năm	VNĐ/m^2năm
CK	Số lần sửa đá siêu tinh	
D	Đường kính trục mang đá	mm
D_0	Đường kính đá mài ban đầu	mm
D_e	Đường kính đá mài khi thay	mm
D_{td}	Đường kính tương đương của đá mài	mm
D_{gw}	Đường kính đá mài	mm
d_w	Đường kính chi tiết	mm
d_{w0}	Đường kính chi tiết trước gia công	mm
d_{we}	Đường kính chi tiết sau gia công	mm
E	Modul đàn hồi của vật liệu làm trục mang đá	N/mm^2
f_a	Lượng chạy dao dọc	mm/phút
f_r	Lượng chạy dao hướng kính	mm/htđ
k	Số nhân tố khảo sát nghiên cứu thực nghiệm	
L	Chiều dài trục mang đá	mm
l_k	Chiều dài cung tiếp xúc	mm
l_w	Chiều dài chi tiết	mm
MRR	Năng suất của nguyên công mài	mm^3/s
N_d	Số chi tiết mài được sau 1 lần sửa đá	
N_w	Số chi tiết mài được của 1 viên đá	
$n_{sđ}$	Số lượt sửa đá	
$n_{thô}$, n_{tinh}	Số lần sửa đá thô, sửa đá tinh	mm
n_w	Tốc độ quay của chi tiết	vòng/phút
n_{gw}	Tốc độ quay của đá mài	vòng/phút
n_{ht}	Tốc độ quay chuyển động hành tinh	vòng/phút
$n_{đá\ dẫn}$	Tốc độ quay của đá dẫn	

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
P_x	Lực dọc trục	N
P_y, P_{iy}	Lực pháp tuyến	N
P_z, P_{iz}	Lực tiếp tuyến	N
P_i	Lực cắt trên một hạt mài	
P_{tot}	Công suất tổng thể của hệ thống gia công	kWh
q	Độ mòn đá	mg/m
Q_w	Năng suất bóc tách vật liệu	mm^3/s
R_{ld}	Tỷ số l_w/d_w	
Ra	Nhám bề mặt	µm
r_s	Bán kính lưỡi cắt	mm
$S_{sđ}$	Lượng chạy dao sửa đá	mm/phút
S_{rg}	Cấp độ nhám	
t	Chiều sâu cắt	mm
$t_{sđ}$	Chiều sâu sửa đá	mm
$t_{thô}$, t_{tinh}	Chiều sâu sửa đá thô, sửa đá tinh	mm
t_w	Tuổi bền	phút
t_t	Tổng thờ gian mài một chi tiết	giờ
t_d	Thời gian sửa đá	giờ
$t_{d,p}$	Thời gian sửa đá tính cho mài một chi tiết	giờ
t_{cw}	Thời gian thay đá	giờ
$t_{cw,p}$	Thời gian thay đá tính cho mài một chí tiết	giờ
t_c	Thời gian cơ bản khi mài	giờ
t_L	Thời gian thay chi tiết	giờ
t_s	Thời gian mài hết hoa lửa	giờ
t_g	Cấp chính xác chi tiết	
T_{use}	Thời gian sửa dụng máy	giờ/năm
T_{tot}	Số năm khấu hao máy	năm
U	Độ mòn đá	µm
V_{ct}	Vận tốc chi tiết	mm/phút