

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

---

**ĐẶNG THỊ THANH NGÀ**

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KÍNH TỐI ƯU  
CỦA ĐÁ KHI THAY KHI MÀI LỖ BẰNG  
PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

*Thái Nguyên, tháng 8/2018*

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan những kết quả có được trong luận văn là do bản thân tôi thực hiện dưới sự hướng dẫn của thầy giáo PGS.TS Vũ Ngọc Pi, TS. Hồ Ký Thanh và NCS Lê Xuân Hưng. Ngoài thông tin trích dẫn từ các tài liệu tham khảo đã được liệt kê, các kết quả và số liệu thực nghiệm là do tôi thực hiện và chưa được công bố trong bất cứ công trình nào khác.

*Thái Nguyên, tháng 8 năm 2018*

**Tác giả**

**Đặng Thị Thanh Nga**

## LỜI CẢM ƠN

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới giáo viên hướng dẫn khoa học, thầy giáo - **PGS.TS. Vũ Ngọc Pi** và **TS. Hồ Ký Thanh** đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo và tạo mọi điều kiện giúp đỡ tôi hoàn thành công trình nghiên cứu này.

Tôi xin chân thành cảm ơn NCS. **Lê Xuân Hưng** - Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp, đã giúp đỡ tôi trong việc lắp đặt các thiết bị và thực hiện thí nghiệm cho đề tài này.

Tôi xin cảm ơn các chú, các anh đang làm việc tại xưởng cơ khí chính xác Thái Hà đã tạo điều kiện về máy móc, trang thiết bị thí nghiệm giúp thực hiện quá trình thực nghiệm được thuận lợi.

Tôi xin chân thành cảm ơn sự động viên khích lệ của gia đình, bạn bè, đồng nghiệp trong suốt thời gian tôi học tập và làm luận văn.

*Thái Nguyên, tháng 8 năm 2018*

**Tác giả**

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN .....	iii
MỤC LỤC.....	iv
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU CHÍNH VÀ VIẾT TẮT .....	vi
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ.....	vii
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU .....	ix
PHẦN MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1 : GIỚI THIỆU VỀ MÀI VÀ MÀI LỖ.....	5
1.1. Giới thiệu về gia công mài. ....	5
1.1.1 Đặc điểm cơ bản của mài .....	5
1.1.2. Khả năng công nghệ của mài .....	6
1.1.3. Quá trình tách phoi của hạt mài .....	9
1.1.4. Chất lượng bề mặt sau mài.....	11
1.1.4.1. Độ nhám bề mặt gia công sau mài .....	11
1.1.4.2.Các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt khi gia công mài. ....	11
1.1.4.3. Các phương pháp đánh giá độ nhám sau mài .....	12
1.1.5. Tuổi bền của đá .....	12
1.1.5.1. Giới thiệu về đá mài.....	12
1.1.5.2. Mòn đá khi mài: .....	17
1.1.5.3. Tuổi bền của đá .....	19
1.1.6. Các thông số ảnh hưởng đến quá trình mài.....	20
1.2. Đặc điểm của mài lỗ.....	20
1.3. Kết luận chương 1. ....	22
CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH MÀI LỖ.....	24
2.1. Tổng quan về tối ưu hóa sửa đá khi mài lỗ.....	24
2.2. Tổng quan về tối ưu hóa chế độ cắt khi mài lỗ.....	26
2.3. Tổng quan về tối ưu hóa chế độ tưới nguội. ....	29
2.4. Kết luận chương 2. ....	33
CHƯƠNG 3: CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÁC ĐỊNH GIÁ THÀNH MÀI LỖ .....	34

3.1. Phân tích giá thành trong mài lỗ. ....	34
3.2. Thời gian cơ bản khi mài. ....	35
3.3. Thời gian mài. ....	36
3.4. Bài toán tối ưu giá thành khi mài lỗ. ....	37
3.5. Công thức tính đường kính tối ưu của đá khi thay trong mài lỗ. ....	37
3.6. Kết luận chương 3. ....	38
<b>CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KÍNH TỐI ƯU CỦA ĐÁ KHI THAY TRONG GIA CÔNG MÀI LỖ THÉP 9XC BẰNG THỰC NGHIỆM</b> .....	<b>39</b>
4.1. Mục đích của thí nghiệm. ....	39
4.2. Thí nghiệm xác định năng suất khi mài. ....	39
4.2.1. Setup thí nghiệm .....	39
4.2.2. Cách thức tiến hành thí nghiệm. ....	43
4.2.3. Kết quả và nhận xét. ....	44
4.2.4. Lợi ích của việc thay đá tại đường kính tối ưu. ....	48
4.2.5. So sánh kết quả đường kính đá tối ưu tìm ra trong thí nghiệm với công thức xác định đường kính tối ưu khi thay đã được chứng minh trên lý thuyết. ....	49
4.3. Kết luận chương 4. ....	50
<b>KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT</b> .....	<b>51</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	<b>52</b>

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU CHÍNH VÀ VIẾT TẮT

<b>Ký hiệu</b>	<b>Ý nghĩa</b>	<b>Đơn vị</b>
$n_w$	Tốc độ quay của đá mài	Vòng/ph
$S_d$	Lượng chạy dao dọc	mm/htk
$t$	Chiều sâu cắt khi mài	mm
$f_r$	Lượng chạy dao ngang	mm/htk
$n_p$	Tốc độ quay của chi tiết	Vòng/ph
$v_{fa}$	Vận tốc cắt của đá mài	mm/s
$R_a$	Độ nhám bề mặt	$\mu\text{m}$
$a_{sed,ges}$	Chiều sâu cắt khi sửa đá	mm
$C_{sin}$	Giá thành mài tròn trong cho một chi tiết	Đồng

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1 Sơ đồ nguyên lý mài tròn ngoài chạy dao dọc[11] .....	6
Hình 1.2. Sơ đồ nguyên lý mài tròn ngoài chạy dao ngang[11] .....	6
Hình 1.3. Sơ đồ nguyên lý mài tròn ngoài chạy dao xiên[15] .....	7
Hình 1.4. Sơ đồ nguyên lý mài tròn ngoài vô tâm [11] .....	7
Hình 1.5. Sơ đồ nguyên lý mài tròn trong có tâm[11] .....	8
Hình 1.6 Sơ đồ nguyên lý mài tròn trong vô tâm [11] .....	8
Hình 1.7. Sơ đồ nguyên lý các phương pháp mài phẳng[12].....	9
Hình 1.8. Cấu tạo hạt mài [13].....	10
Hình 1.9. Quá trình tách phoi của hạt mài [13].....	10
Hình 1.10. Sự hình thành độ nhám bề mặt khi mài [19].....	11
Bảng 1.2. Bảng cỡ hạt đá mài .....	16
Hình 1.11. Cấu trúc khác nhau của đá mài [16].....	17
Hình 1.12. Các trạng thái mòn của đá mài[16] .....	17
Hình 1.13: Quá trình mòn của đá [17] .....	18
Hình 1.14. Mô hình hóa quá trình mài [14] .....	20
Hình 1.15. Chọn đường kính đá theo lỗ gia công [15] .....	21
Hình 1.16. Mài lỗ với chi tiết quay[15] .....	22
Hình 1.17. Mài lỗ trên máy mài hành tinh[5] .....	22
Hình 2.1. Biểu đồ SCHMITT mô tả ảnh hưởng của tốc độ bóc tách và lượng tiến dao khi mài lỗ đến nhám bề mặt [2].....	24
Hình 2.2. Ảnh bề mặt của đá mài CBN trước (phải) và sau (trái) sửa đá [2] .....	24
Hình 2.3. Mối quan hệ giữa lực cắt khi mài lỗ với thời gian gia công [2].....	25
Hình 2.4. Ảnh hưởng của các thông số đến độ nhám trung bình [12].....	26
Hình 2.5. Hiện tượng cháy khi mài phát hiện nhờ cảm biến công suất [5] .....	27
Hình 2.6. Phổ tín hiệu công suất của cảm biến AE [5] .....	28
Bảng 2.2. So sánh kết quả thử nghiệm với các tiêu chuẩn hiện tại của công ty SKF Indonesia [20].....	29

Hình 2.7. Ảnh hưởng của lưu lượng dung dịch tưới nguội tới ứng suất dư bề mặt khi mài bằng đá mài CBN và đá $Al_2O_3$ [21] .....	30
Hình 2.8. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch đến lớp biến cứng bề mặt mài [22]...	31
Hình 2.9. Độ nhám bề mặt gia công khi sử dụng các dung dịch bôi trơn làm nguội khác nhau [23].....	32
Hình 2.10. Ảnh hưởng của loại dung dịch tưới nguội và áp suất tưới nguội đến độ nhám bề mặt mài [24] .....	32
Hình 4.1. Đá mài Nhật Bản 19A-120L-8 -ASI-V-S-1A; Kích thước: 23x25x8.....	39
Hình 4.2. Máy đo độ nhám.....	40
Hình 4.3. Dụng cụ sửa đá.....	40
Hình 4.4. Phôi thép 9XC .....	41
Hình 4.5. Máy mài lỗ MACHT - 701 .....	41
Hình 4.6. Quan hệ giữa số chi tiết mài với độ nhám bề mặt.....	44
Hình 4.7. Quan hệ giữa đường kính đá mài ban đầu và số chi tiết trung bình mài được sau mỗi lần sửa đá.....	46
Hình 4.8. Quan hệ giữa đường kính đá khi thay và tuổi bền của đá.....	46
Hình 4.9. Mối quan hệ giữa đường kính đá khi thay và tổng thời gian mài trung bình một chi tiết.....	47
Hình 4.10. Quan hệ giữa đường kính đá khi thay và chi phí mài lỗ.....	47



**DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU**

Bảng 1.1. Bảng chia độ cứng tiêu chuẩn TCVN11-64 .....	15
Bảng 2.1. Điều kiện tối ưu [20].....	28
Bảng 4.1. Chế độ sửa đá khi nghiên cứu mài lỗ .....	41
Bảng 4.2. Chế độ mài khi thí nghiệm mài lỗ .....	42
Bảng 4.3. Giá trị đường kính khi thay đá mài khi thí nghiệm mài lỗ .....	42
Bảng 4.4. Kết quả thí nghiệm năng suất mài .....	44
Bảng 4.5. Kết quả tính toán chi phí mài cho mỗi chi tiết.....	45
Bảng 4.6. Bảng kết quả tính toán của thí nghiệm. ....	48

## PHẦN MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Đá mài đã được sử dụng để tạo hình vật liệu từ cách đây 2000 năm. Ban đầu chúng được sử dụng để mài các dụng cụ như dao và vũ khí.. Ngày nay, gia công mài nói chung và mài lỗ nói riêng được sử dụng rộng rãi trong gia công cơ khí. Đặc biệt, mài được sử dụng để gia công các bề mặt yêu cầu độ chính xác và độ bóng bề mặt cao. Vì thế tối ưu hóa quá trình mài là bài toán được rất nhiều nhà nghiên cứu quan tâm.

#### *a. Các nghiên cứu ngoài nước:*

- Pereverzev P.P, Akintseva A.V [1] đã đề xuất phương pháp tính toán tối ưu hóa chu trình mài lỗ bằng việc sử dụng phương pháp lập trình tự động. Kết quả của nghiên cứu cho phép kể đến các ràng buộc công nghệ đối với hàm mục tiêu và đã xác định được các thông số tối ưu cho chương trình điều khiển máy mài lỗ CNC. Các giá trị tối ưu thu được là các giá trị tối ưu của lượng ăn dao hướng kính và ăn dao dọc trục, lượng dư tối ưu khi mài nhằm đạt thời gian gia công là nhỏ nhất. Kết quả nghiên cứu còn cho phép ta mở rộng số lượng các thông số tối ưu và thực hiện tối ưu hóa nhiều biến trong không gian đa chiều.

- A.Daneshia, N. Jandaghi, T. Tawakoli [2] đã tiến hành nghiên cứu về sửa đá khi mài tròn trong với đá mài corundum và tinh thể CBN. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng biểu đồ Schmitt cho kết quả đúng đối với đá mài đường kính nhỏ.

- S.J.Pande, S.N.Halder và G.K. Lal [3] đã tiến hành một nghiên cứu thực nghiệm để đánh giá ảnh hưởng của các thông số của đá mài đến khả năng cắt của đá mài khi mài phẳng thép với các độ cứng khác nhau. Kết quả của nghiên cứu cho thấy, tồn tại một giá trị tối ưu của độ hạt đá mài mà tại đó tỉ số mài đạt giá trị lớn nhất.

- J. Peters và R.Aerens [4] đã giới thiệu một phương pháp tối ưu nhằm đạt tổng thời gian mài một loạt chi tiết là nhỏ nhất. Trong phương pháp này, tất cả các chi tiết mài phải thỏa mãn yêu cầu về dung sai kích thước và độ nhám bề mặt. Kết quả tối ưu cho thấy, trong giai đoạn mài thô, tốc độ tiến đá ngang cần chọn lớn nhất