

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

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

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ BÔI TRƠN**  
**LÀM MÁT HỢP LÝ CHO QUÁ TRÌNH MÀI LỖ**  
**NHỎ VẬT LIỆU 9XC QUA TÔI**

**Mã số: ĐH2013-TN02-06**

**Chủ nhiệm đề tài: ThS. Lê Xuân Hưng**

**Thái Nguyên, tháng 9 năm 2018**

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

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

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ BÔI TRƠN  
LÀM MÁT HỢP LÝ CHO QUÁ TRÌNH MÀI LỖ  
NHỎ VẬT LIỆU 9XC QUA TÔI**

**Mã số: ĐH2013-TN02-06**

**Xác nhận của tổ chức chủ trì  
KT. HIỆU TRƯỞNG  
PHÓ HIỆU TRƯỞNG**

**Chủ nhiệm đề tài**

**PGS.TS. Vũ Ngọc Pi**

**ThS. Lê Xuân Hưng**

**Thái Nguyên, tháng 9 năm 2018**

**DANH SÁCH CÁC THÀNH VIÊN THAM GIA NGHIÊN CỨU ĐỀ TÀI  
VÀ ĐƠN VỊ PHỐI HỢP CHÍNH**

**I. Danh sách các thành viên thực hiện đề tài**

<b>STT</b>	<b>Họ và tên</b>	<b>Đơn vị công tác và lĩnh vực chuyên môn</b>
1	Vũ Ngọc Pi	Đại học kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái nguyên; PGS. TS. Kỹ thuật Cơ khí
2	Luu Anh Tùng	Đại học kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái nguyên; Ths Công nghệ Chế tạo máy
3	Vũ Hồng Khiêm	Khoa Quốc tế, Đại học Thái nguyên; Ths Công nghệ Chế tạo máy

**II. Các đơn vị phối hợp thực hiện**

<b>STT</b>	<b>Tên đơn vị trong và ngoài nước</b>	<b>Nội dung phối hợp nghiên cứu</b>
1	Doanh nghiệp tư nhân Cơ khí Chính xác Thái hà (TỔ 11, Phú xá, Thành phố Thái nguyên).	- Thí nghiệm xác định ảnh hưởng của đường kính khi thay đá đến năng suất mài tròn ngoài; - Ứng dụng phương pháp xác định đường kính tối ưu khi thay đá vào sản xuất.

## MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ .....	iii
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU .....	iii
THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU.....	iv
INFORMATION ON RESEARCH RESULTS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1. Tính cấp thiết.....	1
2. Đối tượng, mục đích, nội dung và phương pháp nghiên cứu .....	2
3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài .....	2
TÓM TẮT CÁC NỘI DUNG VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU.....	3
1. Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng chế độ BTLM đến độ nhám bề mặt ...	3
2. Xác định chế độ bôi trơn làm mát hợp lý.....	8

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm .....	3
Hình 2. Phân tích kết quả thí nghiệm khi sử dụng dung dịch Caltex Aquatex 3180.....	5
Hình 3. Đồ thị bề mặt chỉ tiêu tối ưu hóa khi sử dụng dầu Caltex Aquatex 3180.....	5
Hình 4. Phân tích kết quả thí nghiệm khi sử dụng dung dịch Emulsion .....	7
Hình 5. Đồ thị bề mặt chỉ tiêu khi tối ưu hóa sử dụng dung dịch Emulsion ....	8
Hình 6. Đồ thị tối ưu hóa sử dụng dung dịch Aquatex 3180.....	9
Hình 7. Số liệu kết quả tối ưu hóa sử dụng dung dịch Aquatex 3180.....	9
Hình 8. Đồ thị tối ưu hóa sử dụng dung dịch Emulsion .....	10
Hình 9. Số liệu kết quả tối ưu hóa sử dụng dung dịch Emulsion .....	10

## DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 6. Kết quả đo nhám bề mặt khi sử dụng dung dịch BTLM Aquatex 3180.....	4
Bảng 7. Kết quả đo nhám bề mặt khi sử dụng dung dịch BTLM Emulsion.....	6
Bảng 8. Chế độ trộn nguội hợp lý với 2 loại dung dịch trộn nguội.....	10

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

**THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

**1. Thông tin chung:**

- Tên đề tài: *Nghiên cứu xác định chế độ bôi trơn làm mát hợp lý cho quá trình mài lỗ nhỏ vật liệu 9XC qua tôi*
- Mã số: ĐH2013-TN02-06
- Chủ nhiệm đề tài: ThS. Lê Xuân Hưng
- Tổ chức chủ trì: Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp
- Thời gian thực hiện: 2013 - 2014

**2. Mục tiêu:** Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số của chế độ bôi trơn làm mát tới chất lượng bề mặt khi mài lỗ thép 9XC và xác định chế độ bôi trơn làm mát hợp lý.

**3. Tính mới và sáng tạo:**

- Đề xuất 02 phương trình hồi quy biểu diễn mối quan hệ giữa độ nhám bề mặt với chế độ bôi trơn làm mát khi mài lỗ thép 9XC khi sử dụng 2 loại dung dịch là dầu Emulsion và Aquatex 3180.
- Xác định chế độ bôi trơn làm mát hợp lý.

**4. Kết quả nghiên cứu:**

- Nghiên cứu tổng quan về bôi trơn làm mát khi mài/mài lỗ;
- Nghiên cứu ảnh hưởng của lưu lượng, nồng độ dung dịch bôi trơn làm mát tới độ nhám bề mặt khi mài lỗ thép 9XC
- Chế độ bôi trơn làm mát hợp lý có thể áp dụng vào thực tiễn sản xuất

**5. Sản phẩm**

**5.1. Sản phẩm khoa học:** 01 bài báo quốc gia, 01 bài báo SCOPUS

- Bài báo quốc gia: Bành Tiến Long, Vũ Ngọc Pi, Lê Xuân Hưng, Tạ Việt Cường (2016), “Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ làm mát tới độ nhám bề mặt gia công trong mài lỗ thép 9XC qua tôi”, *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, 5, tr. 71 – 76.

- Bài báo SCOPUS: Le Xuan Hung, Vu Thi Lien, Vu Ngoc Pi, Banh Tien Long (2018), “A Study on Coolant Parameters in Internal Grinding of 9CrSi Steel”, *7th International Conference on Material Science and Engineering Technology (ICMSET 2018)*, 20-22/10/2018, Beijing, China.

**5.2. Sản phẩm đào tạo:** 01 luận văn thạc sỹ đã bảo vệ.

- Tạ Việt Cường (2016), *Nghiên cứu ảnh hưởng của loại dung dịch tron nguội đến chất lượng bề mặt gia công khi mài lỗ nhỏ vật liệu 9XC qua tôi*, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, ĐHTN.

**6. Phương thức chuyển giao, địa chỉ ứng dụng, tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu:**

- Kết quả nghiên cứu được ứng dụng trong thực tiễn sản xuất của DNTN cơ khí chính xác Thái Hà. Phục vụ công tác nghiên cứu khoa học tại trường Đại học KTCN, ĐHTN

- Đóng góp vào kiến thức, hiểu biết chung về mài, mài lỗ và bôi trơn làm mát khi mài

Ngày      tháng      năm

**Tổ chức chủ trì**  
**KT. HIỆU TRƯỞNG**  
**PHÓ HIỆU TRƯỞNG**

**Chủ nhiệm đề tài**

**PGS.TS. Vũ Ngọc Pi**

**ThS. Lê Xuân Hưng**

## INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

### 1. General information:

Project title: *A Study on Coolant Parameters in Internal Grinding of 9CrSi Harden Steel*

Code number: ĐH2013-TN02-06

Coordinator: MA. Le Xuan Hung

Implementing institution: TNU – Thai Nguyen University of Technology

Duration: from 2013 to 2014

### 2. Objective(s):

Investigation of the effect of coolant parameters on the surface quality in internal grinding 9XC harden steel and determining the reasonable coolant parameters.

### 3. Creativeness and innovativeness:

- Has proposed 02 regression equations which represents the relationship between the surface roughness and the coolant parameters.
- Has proposed 02 resonable coolant parameters when using Emulsion and Aquatex 3180 for cooling.

### 4. Research results:

- An overview of lubrication cooling when grinding / internal grinding;
- Study the effect of flow rate, concentration of cooling solution to the surface roughness when grinding 9XC steel.
- The reasonable cooling parameters can be used in manufacturing of products in practice.



## **5. Products:**

### **5.1. Scientific products:** 01 national paper, 01 paper in a SCOPUS journal

- National paper: Banh Tien Long, Vu Ngoc Pi, Le Xuan Hung, Ta Viet Cuong (2016), “A study on the effect of coolant regimes to surface roughness in internal grinding of steel 9XC”, *Viet Nam Mechanical Engineering Journal*, 5, pp. 71 – 76.

- International paper (SCOPUS): Le Xuan Hung, Vu Thi Lien, Vu Ngoc Pi, Banh Tien Long (2018), “A Study on Coolant Parameters in Internal Grinding of 9CrSi Steel”, *7th International Conference on Material Science and Engineering Technology (ICMSET 2018)*, 20-22/10/2018, Beijing, China.

### **5.2. Training products**

- Ta Viet Cuong (2016), *A study on the effect of coolant type to surface quality in internal grinding 9XC steel*, Master thesis, Thai Nguyen University of Technology.

## **6. Transfer alternatives, application institutions, impacts and benefits of research results:**

- The research results have been applied in the manufacturing of products at Thai Ha Precision Mechanical Private Enterprise. Serving the scientific research at Thai Nguyen University of Technology, TNU

- Contribute to the knowledge of grinding, internal grinding and cooling for grinding.

## 1. Tính cấp thiết

Trong ngành cơ khí chế tạo, mài là một phương pháp gia công có năng suất và độ chính xác cao. Trong một qui trình công nghệ chế tạo một chi tiết máy nào đó, mài thường là một trong những nguyên công cuối cùng, nhưng lại vị trí rất quan trọng bởi nó có ảnh hưởng lớn đến chất lượng và giá thành sản phẩm. Để nâng cao chất lượng, giảm chi phí gia công cần quan tâm đến nhiều yếu tố.

Trong các yếu tố đó dung dịch làm mát là một yếu tố rất quan trọng. Vì dung dịch làm mát có tác dụng giảm ma sát, giảm lực cắt, hạn chế ảnh hưởng của nhiệt phát sinh trong quá trình mài và làm sạch bề mặt gia công [1]. Từ đó nâng cao chất lượng bề mặt gia công (độ nhám, tính chất lớp bề mặt), giảm mòn đá, tăng năng suất giảm giá thành sản phẩm.

Có 3 phương pháp làm mát phổ biến được áp dụng trong mài: làm mát kiểu tưới tràn (Cooling Flood Lubrication – CFL), làm mát tối thiểu (Minimum Quantity Lubrication – MQL) và gia công khô (Dry Grinding – DG). Các phương pháp này đều được quan tâm nghiên cứu và áp dụng trong mài. Tuy nhiên, đối với mài lỗ làm mát kiểu tưới tràn vẫn được áp dụng phổ biến hơn cả do giảm tác dụng xấu của nhiệt cắt lên chi tiết và đá mài dễ dàng thoát phoi ra khỏi vùng cắt, cải thiện được chất lượng bề mặt gia công và nâng cao năng suất mài.

Chất lượng bề mặt là một yếu tố quan trọng khi xem xét tới kết quả quá trình mài. Chế độ làm mát hợp lý sẽ giúp cải thiện chất lượng bề mặt đặc biệt là nâng cao độ nhám bề mặt. Cho đến nay có nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng các loại dung dịch làm mát, chế độ làm mát, kiểu vòi phun đến độ nhám bề mặt khi mài tròn ngoài và mài phẳng mà chưa có nghiên cứu nào về chế độ làm mát khi mài lỗ thép 9XC qua tôi. Do vậy nghiên cứu "*Nghiên cứu xác*

***định chế độ bôi trơn làm mát hợp lý cho quá trình mài lỗ nhỏ vật liệu 9XC qua tôi*** là cần thiết.

## **2. Đối tượng, mục đích, nội dung và phương pháp nghiên cứu**

### **2.1. Đối tượng nghiên cứu**

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là thép 9XC (9CrSi) được gia công bằng phương pháp mài. Thép 9XC qua tôi là loại thép dụng cụ được dùng khá phổ biến trong chế tạo vật tư cơ khí cho ngành dúc. Đá mài sử dụng trong nghiên cứu của đề tài là loại đá mài có hạt mài Nhôm oxit.

### **2.2. Mục đích nghiên cứu**

Mục đích nghiên cứu của đề tài là tìm ra chế độ bôi trơn, làm mát hợp lý nhằm giảm nhám bề mặt gia công khi mài lỗ thép 9XC qua tôi.

### **2.3. Nội dung nghiên cứu**

Nghiên cứu tổng qua về mài lỗ, bôi trơn làm mát trong mài, chế độ bôi trơn làm mát hợp lý/tối ưu cho mài

Nghiên cứu các phương pháp quy hoạch thực nghiệm nhằm hợp lý/tối ưu hóa chế độ bôi trơn, làm mát khi mài

Thực nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của loại dung dịch, chế độ bôi trơn làm mát khi bôi trơn tưới tràn (nồng độ, lưu lượng) tới chất lượng bề mặt khi mài lỗ thép 9XC qua tôi.

Tìm chế độ làm mát hợp lý/tối ưu khi mài lỗ thép 9XC qua tôi khi bôi trơn làm mát tưới tràn.

## **3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài**

### **3.1. Ý nghĩa khoa học**

Đề tài là rõ ảnh hưởng các loại dung dịch, chế độ bôi trơn làm mát đến chất lượng bề mặt khi mài

Đề xuất chế độ bôi trơn, làm mát hợp lý/tối ưu khi mài lỗ thép 9XC

### 3.2. Ý nghĩa thực tiễn

Thép 9XC được dùng phổ biến trong chế tạo chày, cối dập thuốc viên nén cũng như các chi tiết trong ngành dược nói riêng và cơ khí nói chung.

Kết quả nghiên cứu của đề tài về tối ưu hóa các thông số công nghệ có thể ứng dụng vào thực tiễn sản xuất.

## TÓM TẮT CÁC NỘI DUNG VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

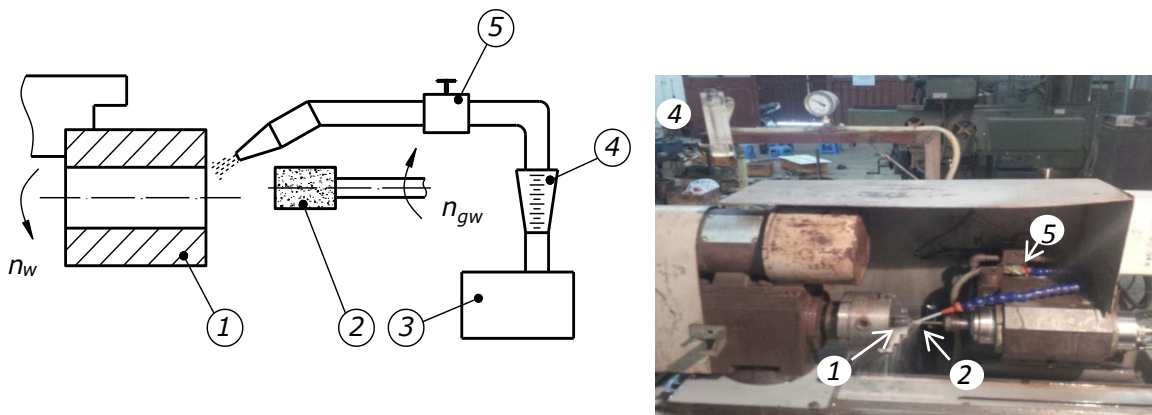
### 1. Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng chế độ BTLM đến độ nhám bề mặt

#### 1.1. Mục đích thí nghiệm

- Đánh giá mức độ ảnh hưởng của loại dung dịch trơn nguội và chế độ dung dịch trơn nguội nguội (nồng độ và lưu lượng làm mát) đến độ nhám bề mặt gia công khi mài lỗ nhỏ vật liệu 9XC qua tôi.

#### 1.2. Sơ đồ thí nghiệm

Sơ đồ thí nghiệm như sau:



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm

1, Phôi 2, Đá mài 3, Thùng chứa dầu 4, Lưu lượng kế 5, Van điều chỉnh

### 1.3. Kết quả thí nghiệm với dung dịch BTLM Caltex Aquatex 3180

Bảng 1. Kết quả đo nhám bề mặt khi sử dụng dung dịch trơn nguội Caltex Aquatex 3180

TT	Điểm TN	Giá trị mã hóa		Giá trị thực		Ra(μm)
		Lưu lượng	Nồng độ	Lưu lượng (l/p)	Nồng độ (%)	
1	P6	-1	-1	1	2	0.598
2	P8	1	-1	4	2	0.590
3	P3	0	1.4	2.5	5.6	0.518
4	P2	1	1	4	5	0.476
5	P9	0	0	2.5	3.5	0.418
6	P1	1.4	0	4.6	3.5	0.517
7	P9	0	0	2.5	3.5	0.414
8	P7	0	-1.4	2.5	1.3	0.618
9	P9	0	0	2.5	3.5	0.419
10	P4	-1	1	1	5	0.577
11	P5	-1.4	0	0.3	3.5	0.593
12	P9	0	0	2.5	3.5	0.423
13	P9	0	0	2.5	3.5	0.417

#### Phân tích kết quả thí nghiệm

Phương trình hồi quy biểu diễn mối quan hệ giữa độ nhám bề mặt với lưu lượng, nồng độ dung dịch BTLM:

$$Ra = 1,048 - 0,229LL - 0,133ND + 0,033LL^2 + 0,030ND^2 - 0,010LL*ND \quad (3)$$

## Analysis of Variance for Ra (Micro)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	5	0.080375	0.080375	0.016075	2190.56	0.000
Linear	2	0.015409	0.032943	0.016472	2244.61	0.000
Con (%)	1	0.009551	0.029937	0.029937	4079.59	0.000
Flow (l/m)	1	0.005858	0.012943	0.012943	1763.76	0.000
Square	2	0.062803	0.062803	0.031402	4279.16	0.000
Con (%)*Con (%)	1	0.030554	0.038701	0.038701	5273.88	0.000
Flow (l/m)*Flow (l/m)	1	0.032250	0.032250	0.032250	4394.74	0.000
Interaction	1	0.002162	0.002162	0.002162	294.65	0.000
Con (%)*Flow (l/m)	1	0.002162	0.002162	0.002162	294.65	0.000
Residual Error	7	0.000051	0.000051	0.000007		
Lack-of-Fit	3	0.000009	0.000009	0.000003	0.27	0.847
Pure Error	4	0.000043	0.000043	0.000011		
Total	12	0.080426				

## a. Phân tích phương sai của mô hình hồi quy

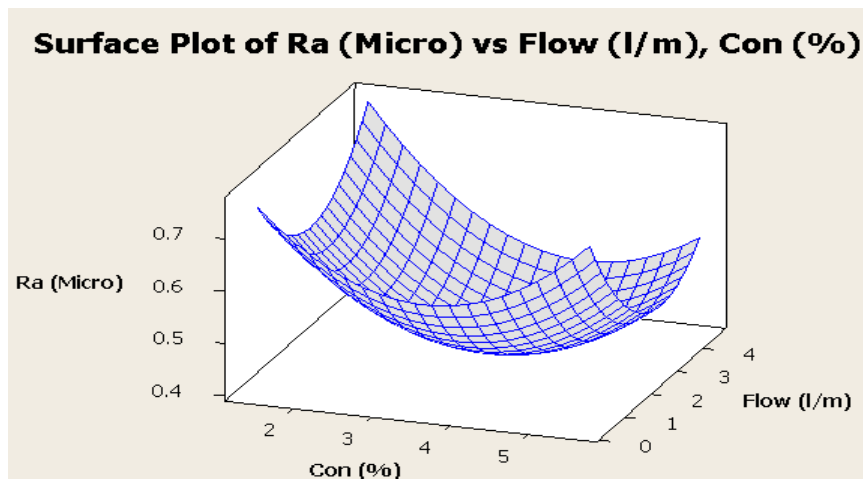
## Estimated Regression Coefficients for Ra (Micro)

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.04873	0.008262	126.937	0.000
Con (%)	-0.22925	0.003589	-63.872	0.000
Flow (l/m)	-0.13318	0.003171	-41.997	0.000
Con (%)*Con (%)	0.03315	0.000456	72.621	0.000
Flow (l/m)*Flow (l/m)	0.03026	0.000456	66.293	0.000
Con (%)*Flow (l/m)	-0.01033	0.000602	-17.165	0.000

S = 0.00270893 PRESS = 0.000127803  
R-Sq = 99.94% R-Sq(pred) = 99.84% R-Sq(adj) = 99.89%

## b. Mô hình hồi quy

Hình 2. Phân tích kết quả thí nghiệm khi sử dụng dung dịch Caltex Aquatex 3180  
Ảnh hưởng của chế độ bôi trơn làm mát đến độ nhám bề mặt



Hình 3. Đồ thị bề mặt chỉ tiêu tối ưu hóa khi sử dụng dầu Caltex Aquatex 3180

Khi nồng độ dung dịch tăng, trị số độ nhám giảm và đạt cực tiểu. Tuy nhiên, nếu tiếp tục tăng nồng độ thì trị số độ nhám sẽ tăng. Nguyên nhân là: việc tăng nồng độ dung dịch giúp tăng tính chất bôi trơn của dung dịch, giảm

ma sát. Còn khi nồng độ dung dịch quá cao sẽ làm dung dịch quá đậm đặc, tăng tính nhớt làm tăng lượng phoi bám dính lên đá mài dẫn đến nhám bề mặt tăng. Tương tự, lưu lượng dung dịch cũng có ảnh hưởng tới độ nhám ( $b_2 = -0.133$ ,  $b_{22} = 0.03$ ). Tồn tại một giá trị lưu lượng hợp lý để đạt độ nhám nhỏ nhất. Vì khi tăng lưu lượng dung dịch, giúp cho lượng dung dịch vào làm mát và bôi trơn vùng cắt do đó làm giảm độ nhám bề mặt. Tuy nhiên, do không gian của mài lỗ rất hạn chế (đá mài có đường kính bằng 80% đường kính lỗ mài) nên việc có tăng thêm nữa lưu lượng cũng không giúp cho lượng dung dịch làm mát có thể tiếp cận vùng gia công. Ngoài ra, việc tăng lượng dung dịch làm mát cũng khiến cho lượng dầu vào trong vùng gia công nhiều dẫn đến tăng độ đậm đặc của dung dịch và làm tăng độ nhám bề mặt (ảnh hưởng lẫn nhau của yếu tố nồng độ dung dịch tới yếu tố lưu lượng).

#### ***1.4. Kết quả thí nghiệm với dung dịch BTLM Emulsion***

*Bảng 2. Kết quả đo nhám bề mặt khi sử dụng dung dịch BTLM Emulsion*

TT	Điểm TN	Giá trị mã hóa		Giá trị thực		Ra ( $\mu\text{m}$ )
		Lưu lượng	Nồng độ	Lưu lượng (l/p)	Nồng độ (%)	
1	P3	0	1.4	2.5	6.6	0.465
2	P6	-1	-1	1	3	0.331
3	P9	0	0	2.5	4.5	0.376
4	P8	1	-1	4	3	0.411
5	P9	0	0	2.5	4.5	0.370
6	P4	-1	1	1	6	0.505
7	P1	1.4	0	4.6	4.5	0.454
8	P9	0	0	2.5	4.5	0.375
9	P2	1	1	4	6	0.435
10	P9	0	0	2.5	4.5	0.369

11	P5	-1.4	0	0.3	4.5	0.445
12	P9	0	0	2.5	4.5	0.381
13	P7	0	-1.4	2.5	2.3	0.321

### Phân tích kết quả thí nghiệm

Sử dụng phần mềm minitab16 tiến hành phân tích kết quả thí nghiệm ta thu được kết quả như sau:

#### Analysis of Variance for Ra (Micro)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	5	0.035750	0.035750	0.007150	496.33	0.000
Linear	2	0.020230	0.000729	0.000364	25.29	0.001
Flow (l/m)	1	0.000065	0.000023	0.000023	1.59	0.248
Con (%)	1	0.020165	0.000550	0.000550	38.19	0.000
Square	2	0.009895	0.009895	0.004948	343.45	0.000
Flow (l/m)*Flow (l/m)	1	0.009305	0.009763	0.009763	677.71	0.000
Con (%)*Con (%)	1	0.000590	0.000590	0.000590	40.98	0.000
Interaction	1	0.005625	0.005625	0.005625	390.47	0.000
Flow (l/m)*Con (%)	1	0.005625	0.005625	0.005625	390.47	0.000
Residual Error	7	0.000101	0.000101	0.000014		
Lack-of-Fit	3	0.000006	0.000006	0.000002	0.08	0.965
Pure Error	4	0.000095	0.000095	0.000024		
Total	12	0.035851				

### a. Mô hình hồi quy

#### Estimated Regression Coefficients for Ra (Micro)

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.218322	0.016656	13.108	0.000
Flow (l/m)	-0.006356	0.005043	-1.260	0.248
Con (%)	0.038287	0.006195	6.180	0.000
Flow (l/m)*Flow (l/m)	0.016650	0.000640	26.033	0.000
Con (%)*Con (%)	0.004094	0.000640	6.402	0.000
Flow (l/m)*Con (%)	-0.016667	0.000843	-19.760	0.000

S = 0.00379550 PRESS = 0.000191083  
R-Sq = 99.72% R-Sq(pred) = 99.47% R-Sq(adj) = 99.52%

### b. Phân tích phương sai của mô hình hồi quy

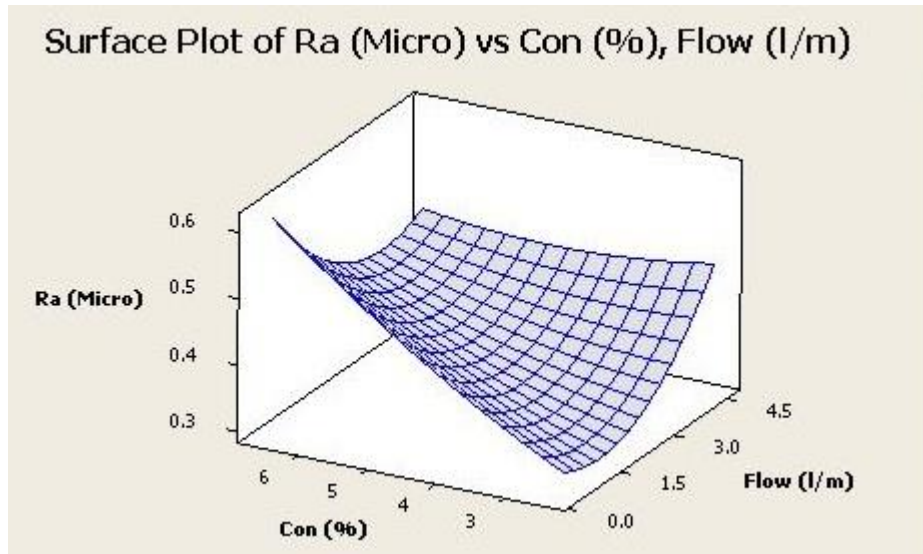
Hình 4. Phân tích kết quả thí nghiệm khi sử dụng dung dịch Emulsion

Phương trình hồi quy biểu diễn mối quan hệ giữa độ nhám bề mặt với lưu lượng, nồng độ dung dịch BTLM:

$$Ra = 0,218 - 0,006LL + 0,038ND - 0,016LL * ND + 0,016LL^2 + 0,004ND^2$$



*Ảnh hưởng của chế độ bôi trơn làm mát đến độ nhám bề mặt khi sử dụng dầu bôi trơn Emulsion*

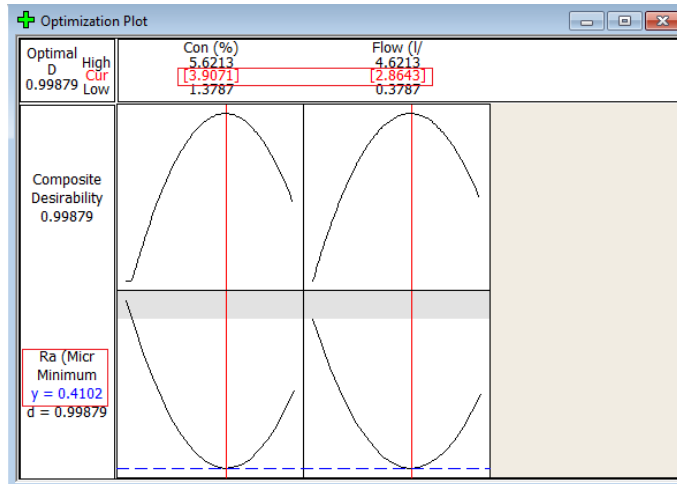


Hình 5. Đồ thị bề mặt chỉ tiêu khi tối ưu hóa sử dụng dung dịch Emulsion khi lưu lượng dung dịch BTLM thấp, nồng độ dung dịch ảnh hưởng mạnh tới độ nhám bề mặt. Càng tăng nồng độ dung dịch thì độ nhám càng tăng. Khi tăng lưu lượng BTLM mới đầu làm giảm độ nhám và sau đó tăng lên. Khi lưu lượng đạt tới gần 4l/p giá trị độ nhám Ra gần như không đổi ứng với mọi giá trị nồng độ dung dịch. Nhìn chung lưu lượng dung dịch Emulsion càng nhiều sẽ càng làm tăng độ nhám bề mặt. Điều này có thể được lý giải là do dung dịch Emulsion có độ sánh, quện khá cao gây khó thoát phoi và tác dụng làm sạch bề mặt gia công khi sử dụng dung dịch này là không tốt.

## **2. Xác định chế độ bôi trơn làm mát hợp lý**

### **2.1. Chế độ BTLM hợp lý khi sử dụng dầu Aquatex 3180**

Từ chương 3 ta đã đưa ra phương trình hồi quy biểu diễn mối quan hệ giữa độ nhám bề mặt với chế độ BTLM (lưu lượng, nồng độ dung dịch)



Hình 6. Đồ thị tối ưu hóa sử dụng dung dịch Aquatex 3180

### Response Optimization

#### Parameters

	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
Ra (Micro)	Minimum	0.41	0.41	0.598	1	1

#### Global Solution

Con (%)	=	3.90712
Flow (l/m)	=	2.86427

#### Predicted Responses

Ra (Micro)	=	0.410228	, desirability =	0.998787
------------	---	----------	------------------	----------

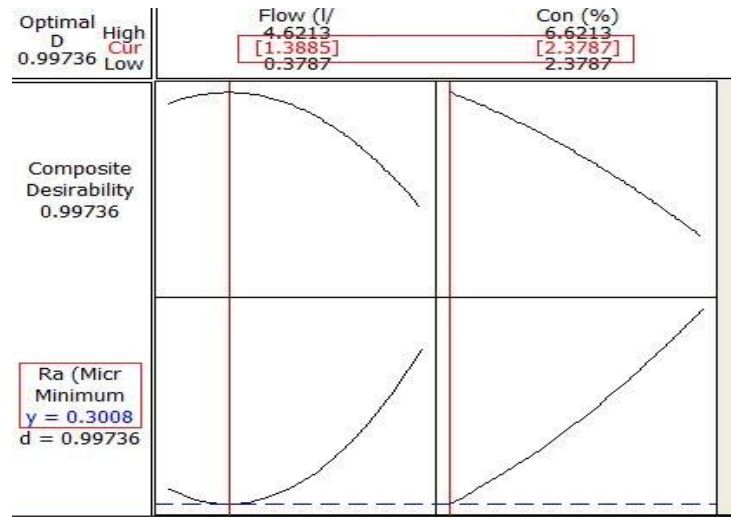
Composite Desirability = 0.998787

Hình 7. Số liệu kết quả tối ưu hóa sử dụng dung dịch Aquatex 3180

Như vậy, với dung dịch dầu Aquatex 3180 độ nhám bề mặt tối ưu  $Ra_{\min} = 0.4102 \mu\text{m}$  khi lưu lượng có giá trị 2,86 l/p và nồng độ dung dịch làm mát có giá trị 3,91 %.

## 2.2. Chế độ BTLM hợp lý khi sử dụng dầu Emulsion

Tương tự ta có thể xác định được chế độ BTLM hợp lý khi sử dụng dầu Emulsion



Hình 8. Đồ thị tối ưu hóa sử dụng dung dịch Emulsion

### Response Optimization

Parameters

	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
Ra (Micro)	Minimum	0.3	0.3	0.6	1	1

Global Solution

Flow (l/m)	=	1.38848
Con (%)	=	2.37868

Predicted Responses

Ra (Micro)	=	0.300791	,	desirability =	0.997365
------------	---	----------	---	----------------	----------

Hình 9. Số liệu kết quả tối ưu hóa sử dụng dung dịch Emulsion

Như vậy, với dung dịch dầu Emulsion, lưu lượng có giá trị 1,38 l/p, nồng độ dung dịch có giá trị 2,37% sẽ cho kết quả độ nhám bề mặt nhỏ nhất  $Ra_{\min}=0,3 \mu\text{m}$ .

Đề xuất chế độ BTLM hợp lý với 2 loại dung dịch trong bảng sau

Bảng 3. Chế độ trộn nguội hợp lý với 2 loại dung dịch trộn nguội

Loại dung dịch	Lưu lượng (l/p)	Nồng độ (%)	Ra ( $\mu\text{m}$ )
Dầu Caltex Aquatex 3180	2,86	3,91	0,410
Dầu Emulsion	1,38	2,37	0,300