

Đại học Bách Khoa Hà Nội Trường Cơ Khí
NCM Hàn và Công nghệ kim loại



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

*Nghiên cứu sử dụng công nghệ hàn đắp Laser
Cladding trên sản phẩm lưỡi gạt xỉ của nhà
máy thép*

*(Thực hiện tại Công ty TNHH Thương
mại và công nghiệp Phương Đông)
Website: lasercladding.pro*

Giảng viên hướng dẫn: TS. Hán Lê Duy
Sinh viên: Trịnh Quốc Tuấn - 20195723

ONE LOVE. ONE FUTURE.

TÓM TẮT NỘI DUNG ĐỒ ÁN

- 1 Tổng quan sản phẩm
- 2 Phương pháp hàn đắp phục hồi Laser Cladding
- 3 Vật liệu hàn
- 4 Quy trình công nghệ
- 5 Thông số chế độ công nghệ
- 6 Kiểm tra, đánh giá chất lượng
- 7 So sánh với phương pháp khác

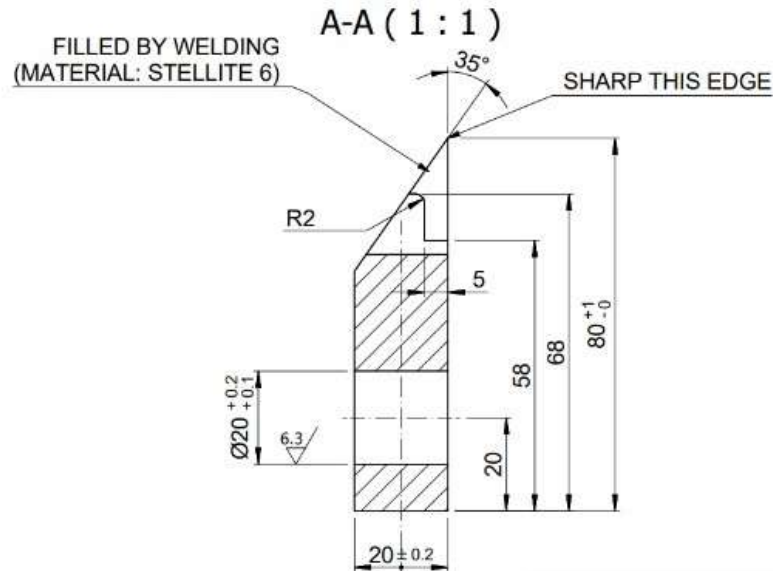
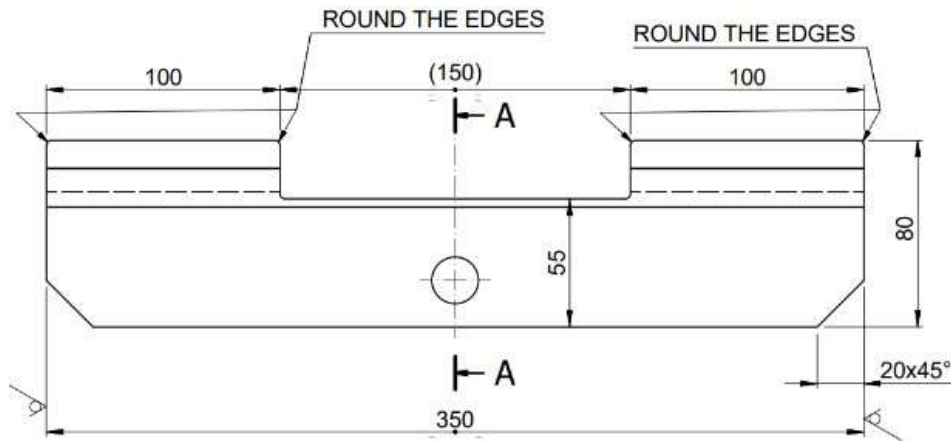
I, Tổng quan sản phẩm

1, Sản phẩm lưới gạt xỉ



I, Tổng quan sản phẩm

1, Sản phẩm lưỡi gọt xỉ



I, Tổng quan sản phẩm

1, Sản phẩm lưỡi gọt xỉ



I, Tổng quan sản phẩm

2, Vật liệu phiêu và đánh giá tính hàn

Tiêu chuẩn	Tên thép (Số thép)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N
EN 10088-1	X2CrNiMo17-12-2 (1,4404)	0,03	1,0	2,0	0,045	0,03	16,5- 18,5	10,0- 13,0	2,0- 2,5	0,1

European Union	US	ISO	Trung Quốc	Nhật Bản
X2CrNiMo17-12-2 (1.4404)	316L (UNSS31603)	X2CrNiMo17-12-2 (4404-316-03-I)	022Cr17Ni12Mo2 (00Cr17Ni14Mo2)	SUS316L

Mật độ (g/cm ³)	8,0
Độ dẫn nhiệt ở 20 °C (W/m.K)	15
Nhiệt dung riêng ở 20 °C (J/(Kg.K))	500
Điện trở suất ở 20 °C(Ω.m)	0,75
Từ tính	Không



I, Tổng quan sản phẩm

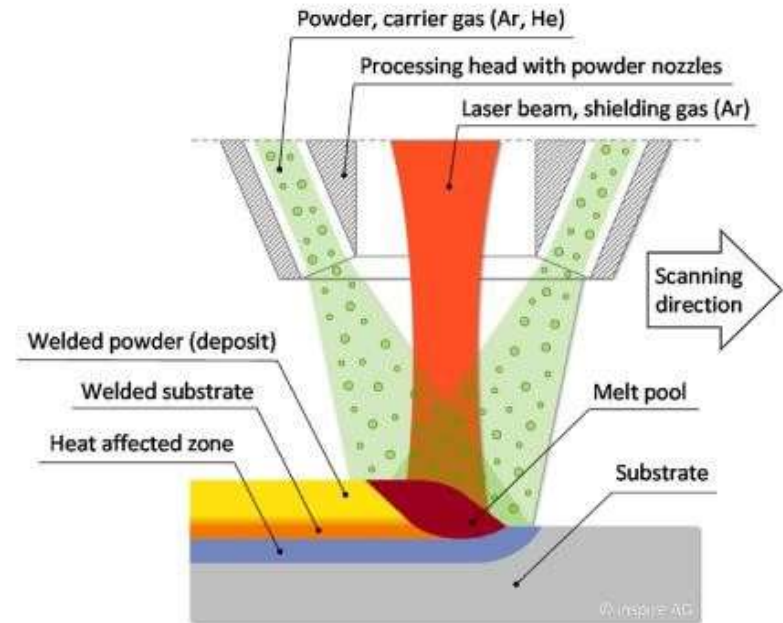
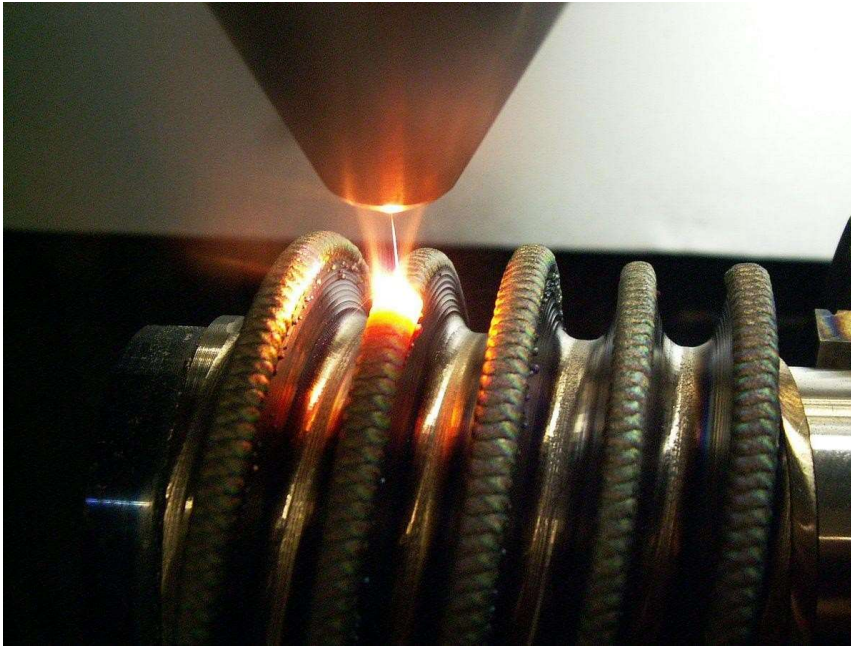
2, Vật liệu phôi và đánh giá tính hàn

Vấn đề	Khắc phục
Nứt nóng	<ul style="list-style-type: none">- Sử dụng vật liệu chứa ít tạp chất S, P- Sử dụng năng lượng đường nhỏ- Hợp kim hóa thép thêm bằng nguyên tố như Mo, W và Mn- Tôi đồng nhất hóa tổ chức Austenite ở 1050-1100oC- Kết hợp ủ ổn định hóa ở 750-800 oC- Thực hiện nung nóng sơ bộ và nung nóng đồng thời lên đến 350-400oC



II, LASER CLADDING

1, Giới thiệu



- + Khả năng điều chỉnh linh hoạt thông số chế độ phù hợp với điều kiện hàn.
- + Tương thích với nhiều kim loại, hợp kim phổ biến.
- + Nguồn nhiệt tập trung nên ít khuyết tật.
- + Tự động hóa dễ dàng và tích hợp vào môi trường sản xuất CNC và CAD / CAM



III, VẬT LIỆU HÀN

1, Tiêu chí chọn vật liệu hàn

Phù hợp phương pháp hàn	Bột hợp kim Stellite 6
Độ cứng cao	440HV
Chống ăn mòn môi trường nhiệt độ cao	Hợp kim Cobalt
Giá thành tốt	1,5 triệu đồng/ kg bột



III, VẬT LIỆU HÀN

2, Stellite 6

Thành phần hóa học

Thành phần	Co	Cr	W	C	Si	Fe
Khối lượng(%)	50-60	27-31	3,5-5,5	0,9-1,4	< 1,5	< 3%

Hệ số giãn nở nhiệt

	100°C (212°F)	200°C (392°F)	300°C (572°F)	400°C (752°F)	500°C (932°F)	600°C (1112°F)	700°C (1292°F)	800°C (1472°F)	900°C (1652°F)	1000°C (1832°F)
μm/m.K	11.35	12.95	13.6	13.9	14.2	14.5	14.7	15.05	15.5	17.5
μ-inch/inch.°F	6.31	7.20	7.56	7.72	7.89	8.06	8.17	8.36	8.61	9.72

Độ bền kéo ở nhiệt độ phòng

	Ultimate Tensile Strength Rm		Yield Stress Rp(0.2%)		Elongation A(%)	Elastic Modulus	
	ksi	MPa	ksi	MPa		psi	GPa
Castings	123	850	101.5	700	<1	30.3x10 ⁶	209
Stellite® HS-6 (*)	183.5	1265	109	750	3 - 5	34x10 ⁶	237

IV, QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

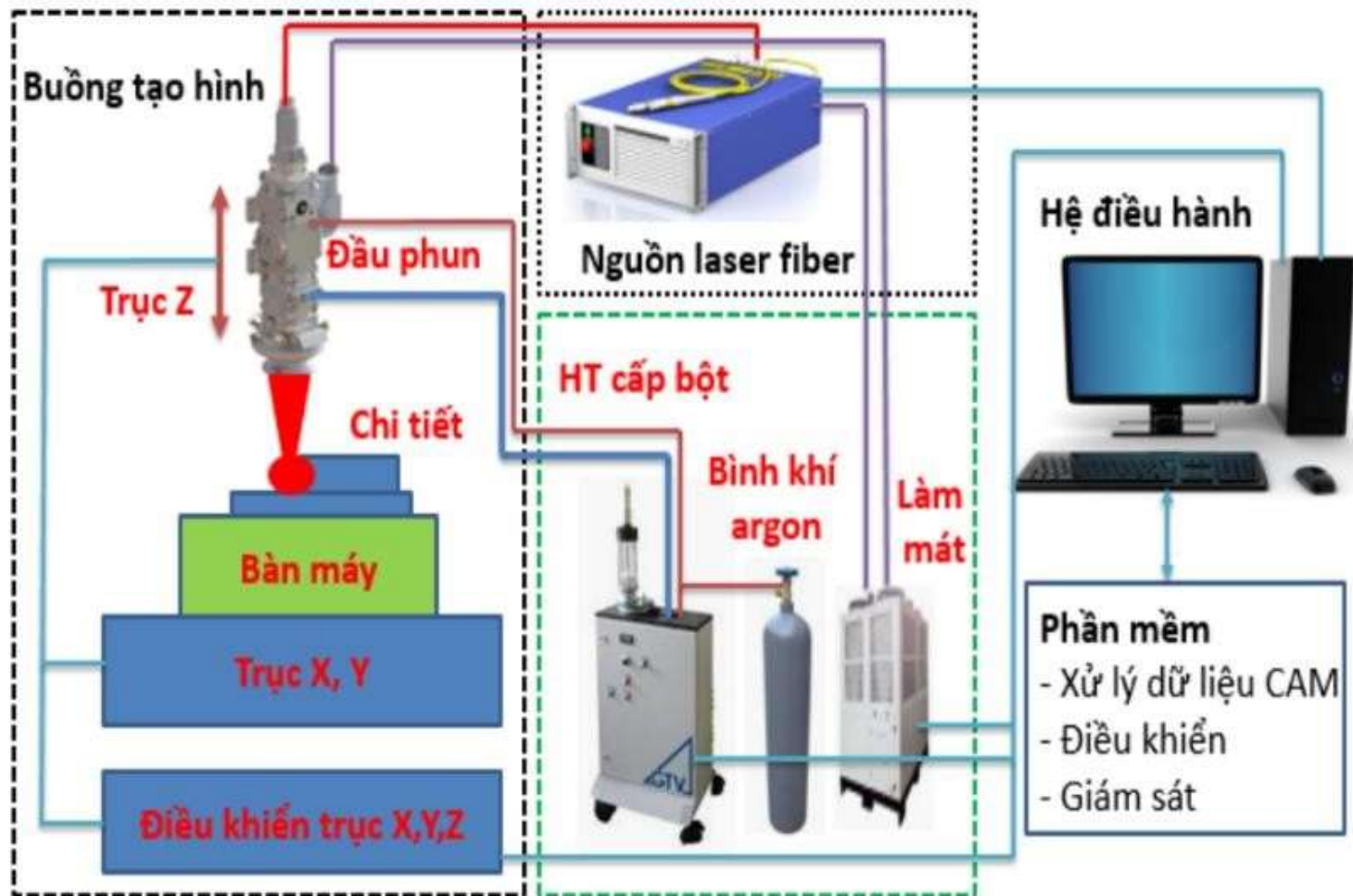
1, Chuẩn bị, xử lí phôi, chọn đồ gá

- Xử lí cơ học
- Xử lí hóa học
- Nung sơ bộ
- Sấy khô bột ở 120oC trong 10 giờ
- Kiểm tra, chạy thử hệ thống khí bảo vệ
- Chọn sử dụng 2 dụng cụ kẹp để gá chi tiết



IV, QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

2, Nguyên lí làm việc



IV, QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

2, Nguyên lí làm việc



Nguồn Laser



Hệ thống chuyển động CNC 3 trục

IV, QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

2, Nguyên lí làm việc

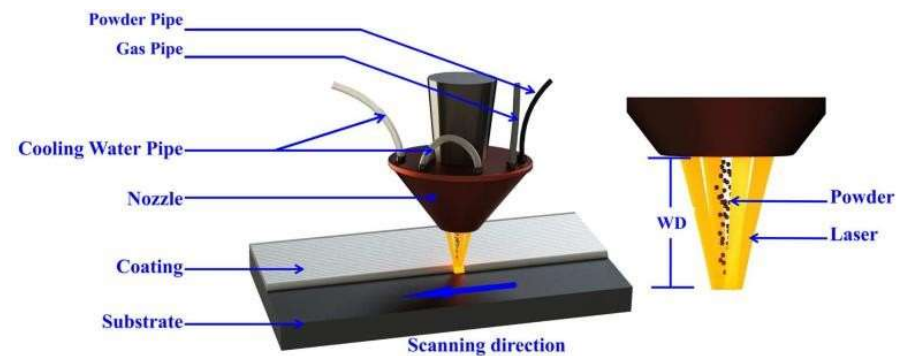
Máy làm mát công nghiệp



Hệ thống cấp bột

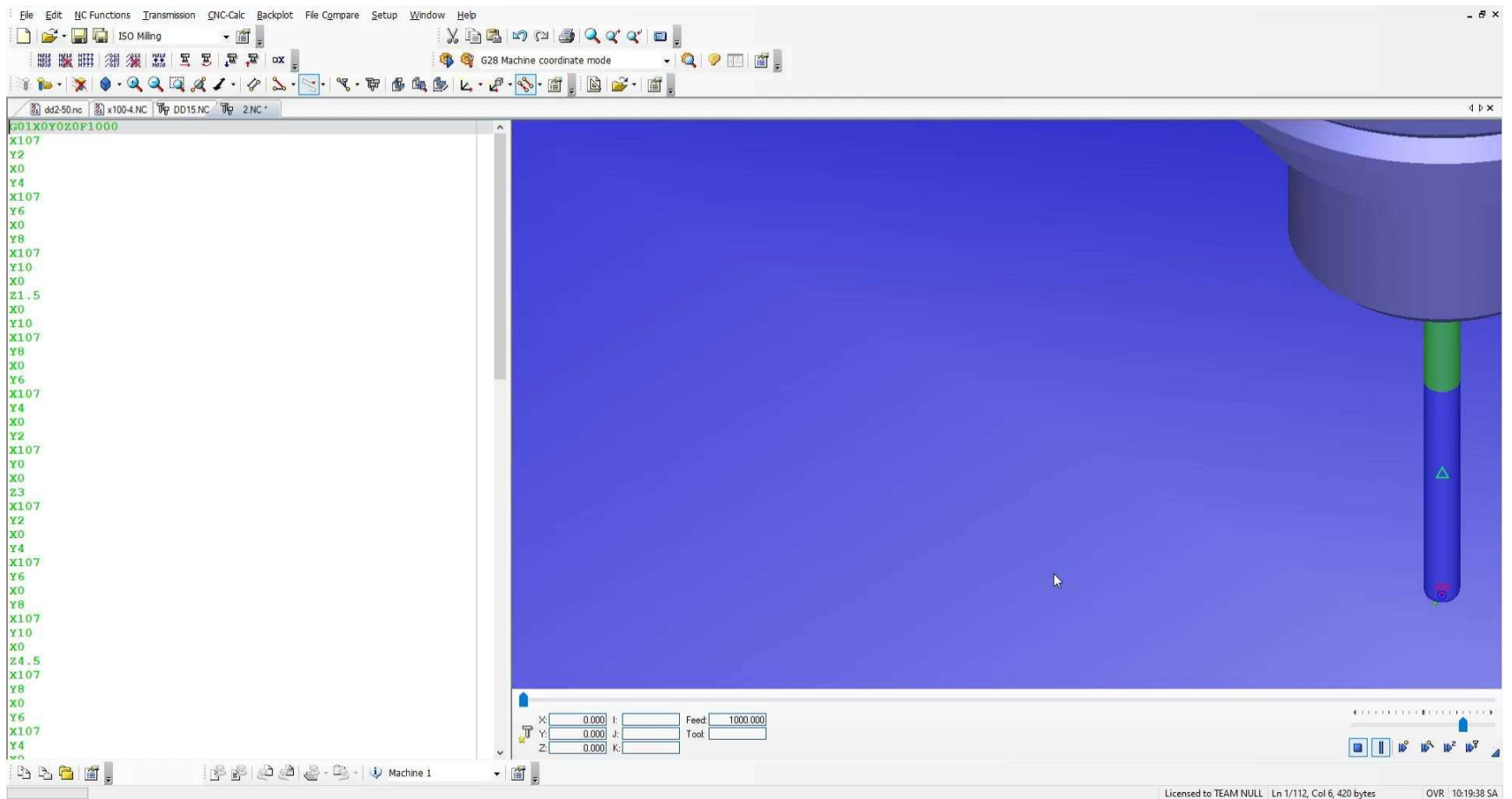


Mỏ hàn Laser



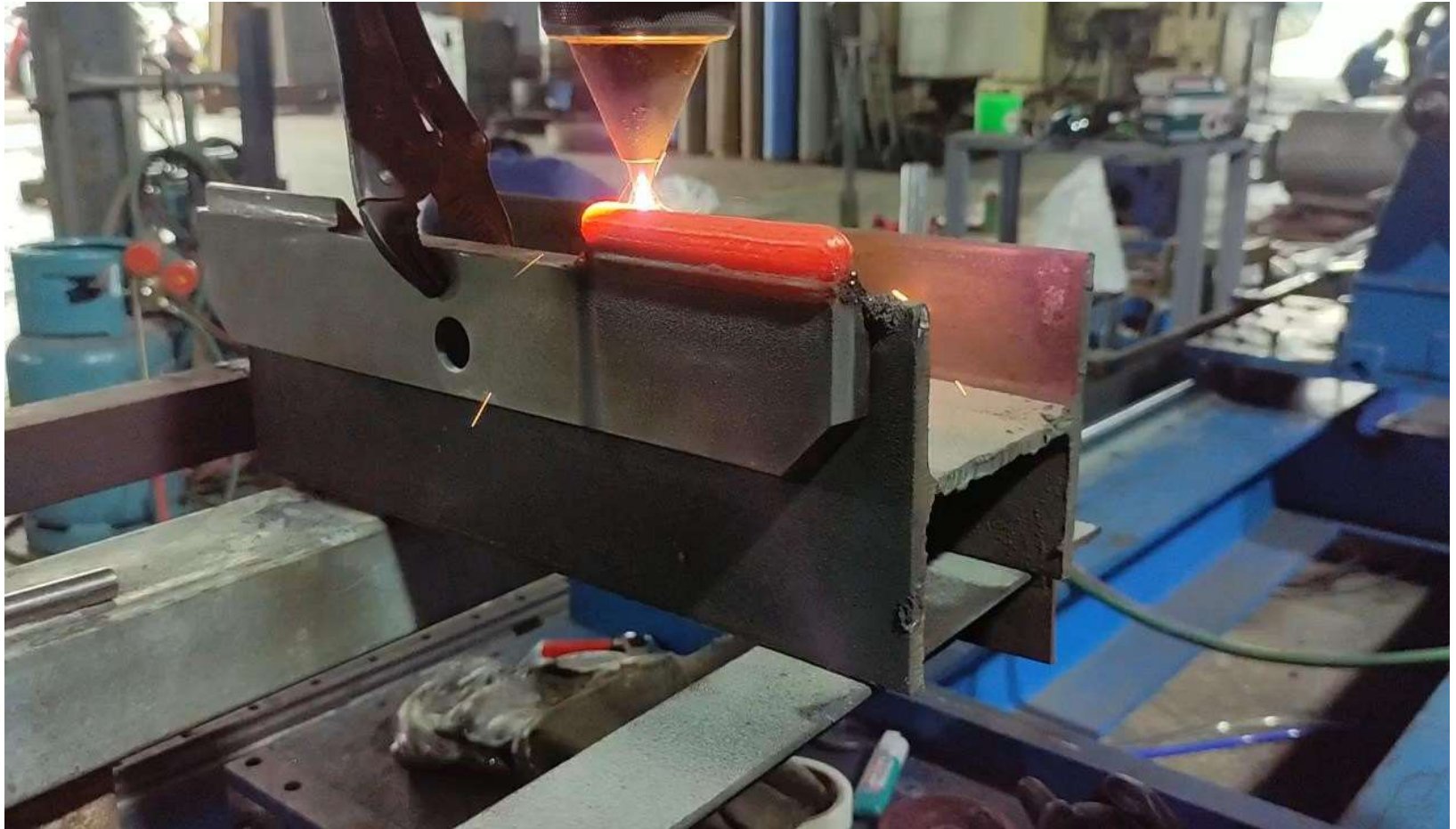
IV, QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

3, Xây dựng chương trình



IV, QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

3, Xây dựng chương trình



TRƯỜNG ĐẠI HỌC BACH KHOA HÀ NỘI
HANOI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

(Ảnh được chụp tại nhà máy Công ty TNHH thương mại và công nghiệp Phương Đông)

IV, QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

4, Xử lí sau quá trình hàn đắp

- Xử lí nhiệt:
 - + Tôi đồng nhất hóa tổ chức Austenite ở 1050-1100oC
 - + Kết hợp ủ ổn định hóa ở 750-800 oC

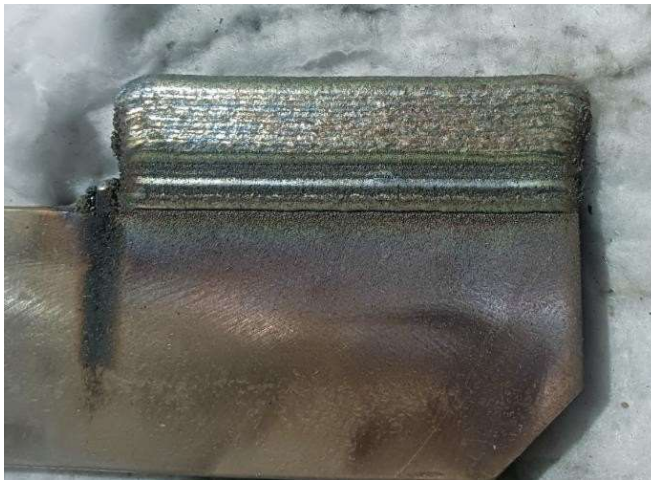


- Gia công cơ:
 - + Sử dụng nguyên công cắt, gọt, mài,...



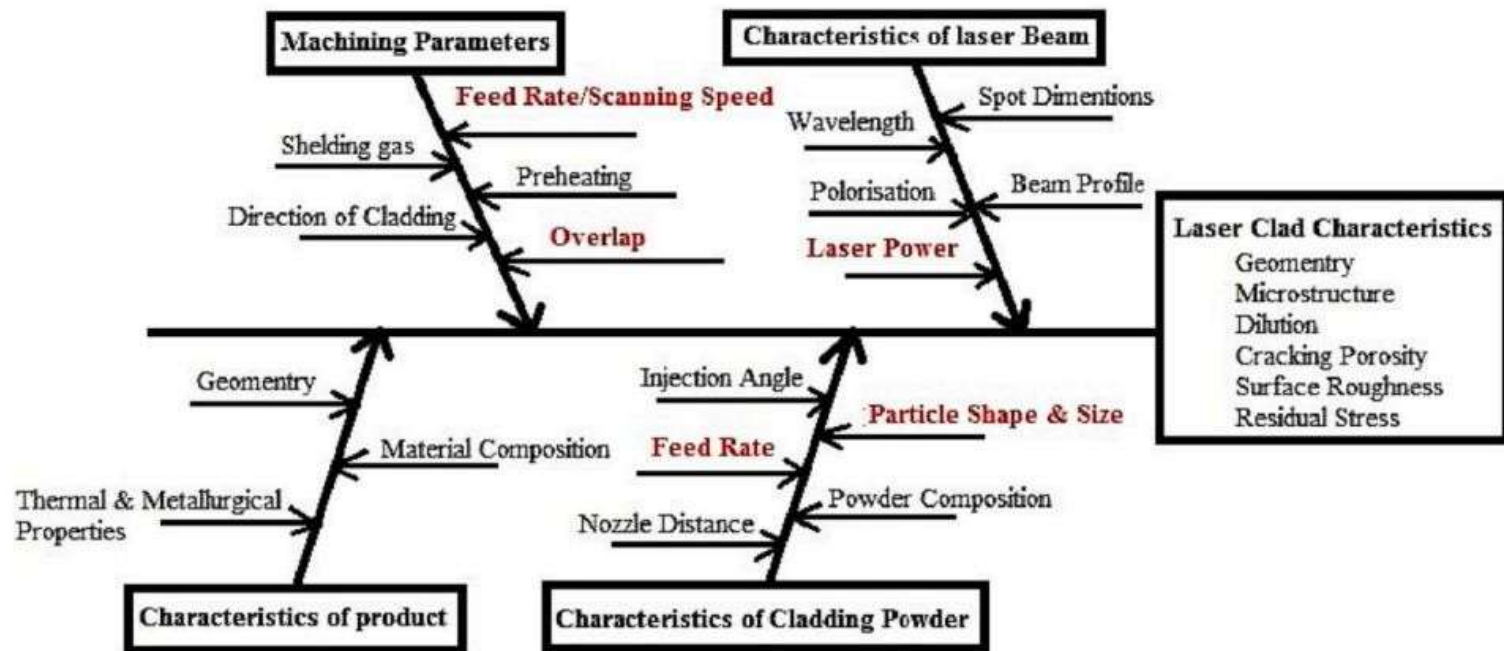
IV, QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

3, Xây dựng chương trình



V, THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ

1, Lựa chọn thông số chế độ



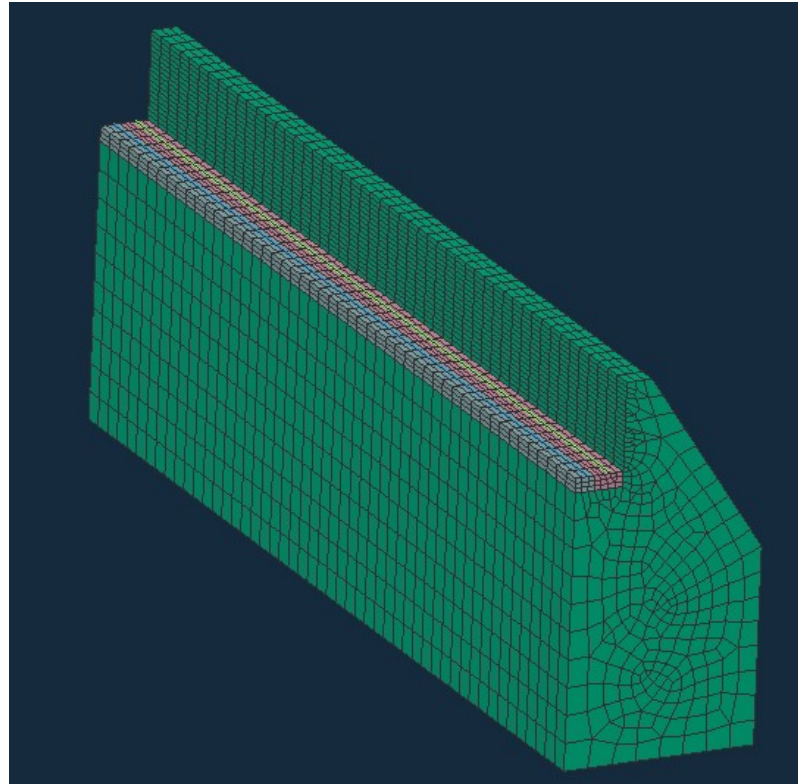
V, THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ

1, Lựa chọn thông số chế độ

Thông số	Giá trị	Đơn vị
Công suất nguồn (P)	0,5-3,5	kW
Vận tốc quét (v)	5-15	mm/s
Kích thước điểm Laser (ϕ)	5	mm
Kích thước bột (d)	45-150	μm
Tốc độ nạp bột (t)	0,5	g/s
Góc nghiêng mỏ hàn (φ)	0	°
Khoảng cách mỏ (a)	50	mm

V, THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ

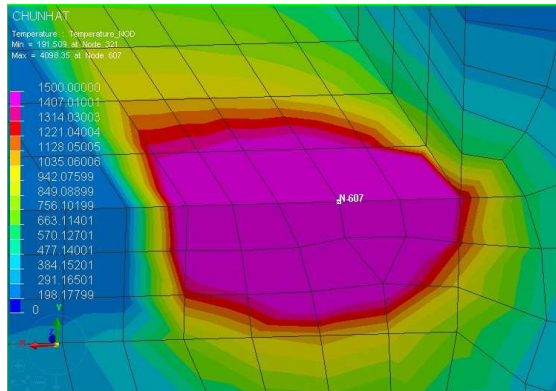
2, Sử dụng phần mềm Sysweld xác định dải năng lượng đường



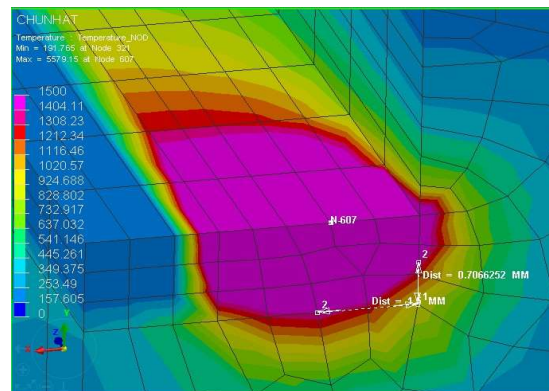
Phương án	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6
Năng lượng đường q [J/mm]	70	100	130	150	200	265

V, THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ

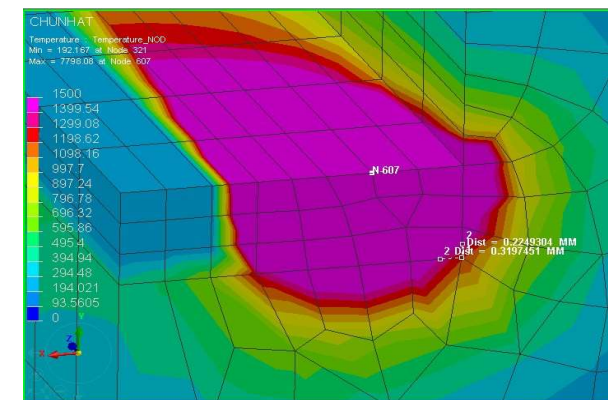
2, Sử dụng phần mềm Sysweld xác định dải năng lượng đường



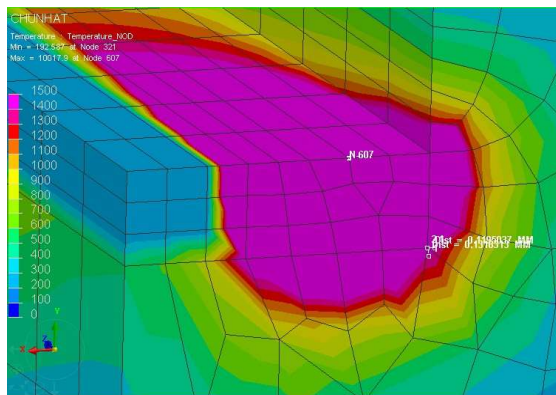
Phương án 1



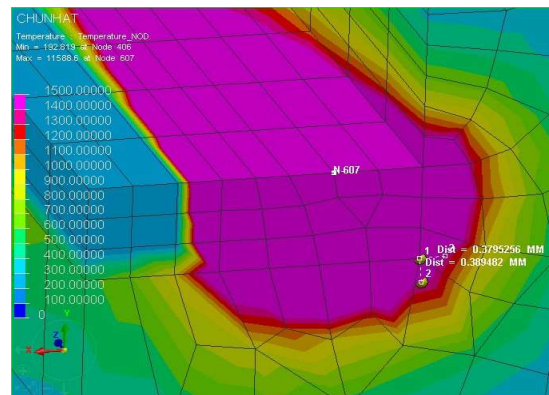
Phương án 2



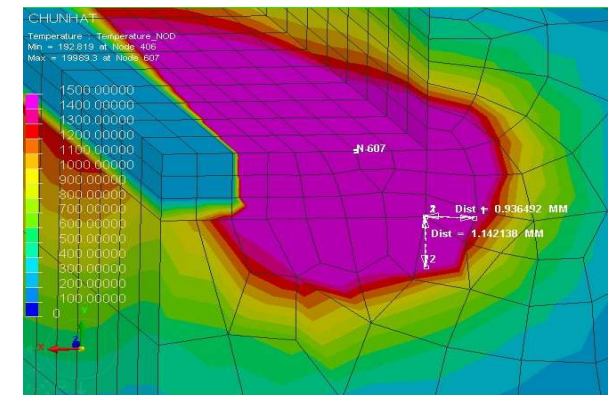
Phương án 3



Phương án 4



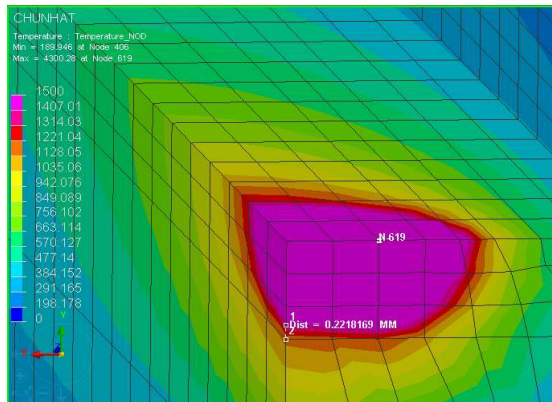
Phương án 5



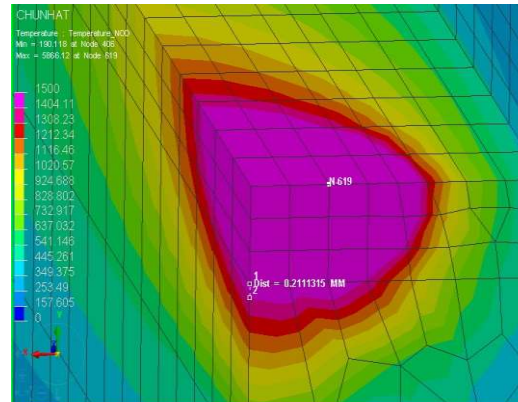
Phương án 6

V, THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ

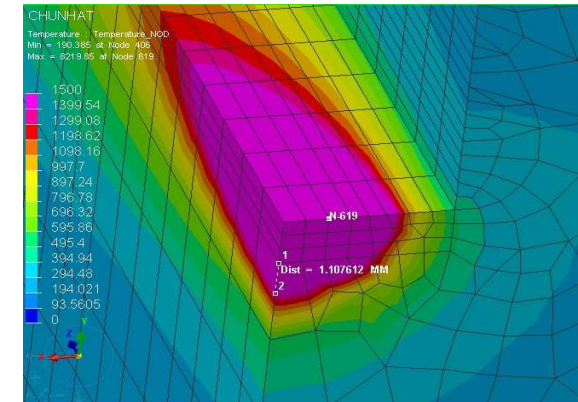
2, Sử dụng phần mềm Sysweld xác định dải năng lượng đường



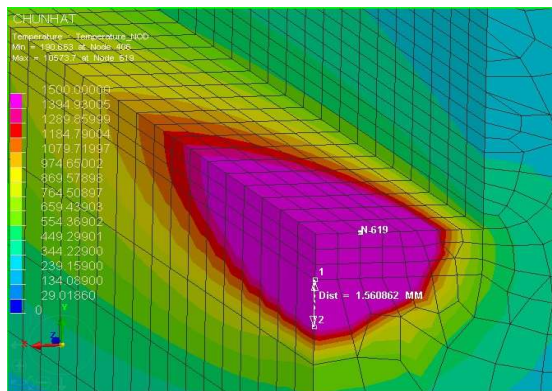
Phương án 1



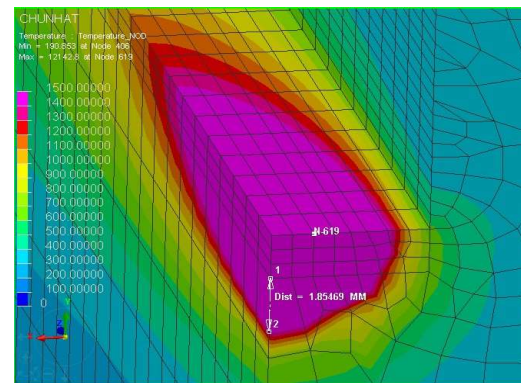
Phương án 2



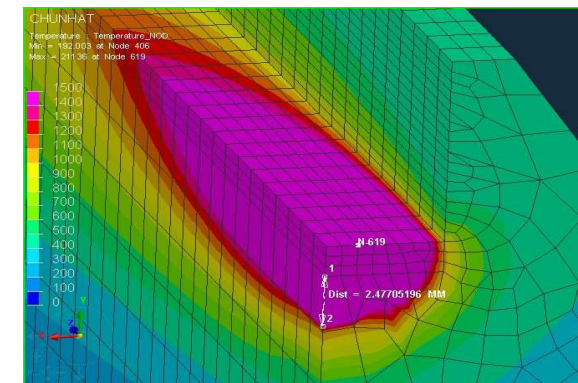
Phương án 3



Phương án 4



Phương án 5



Phương án 6



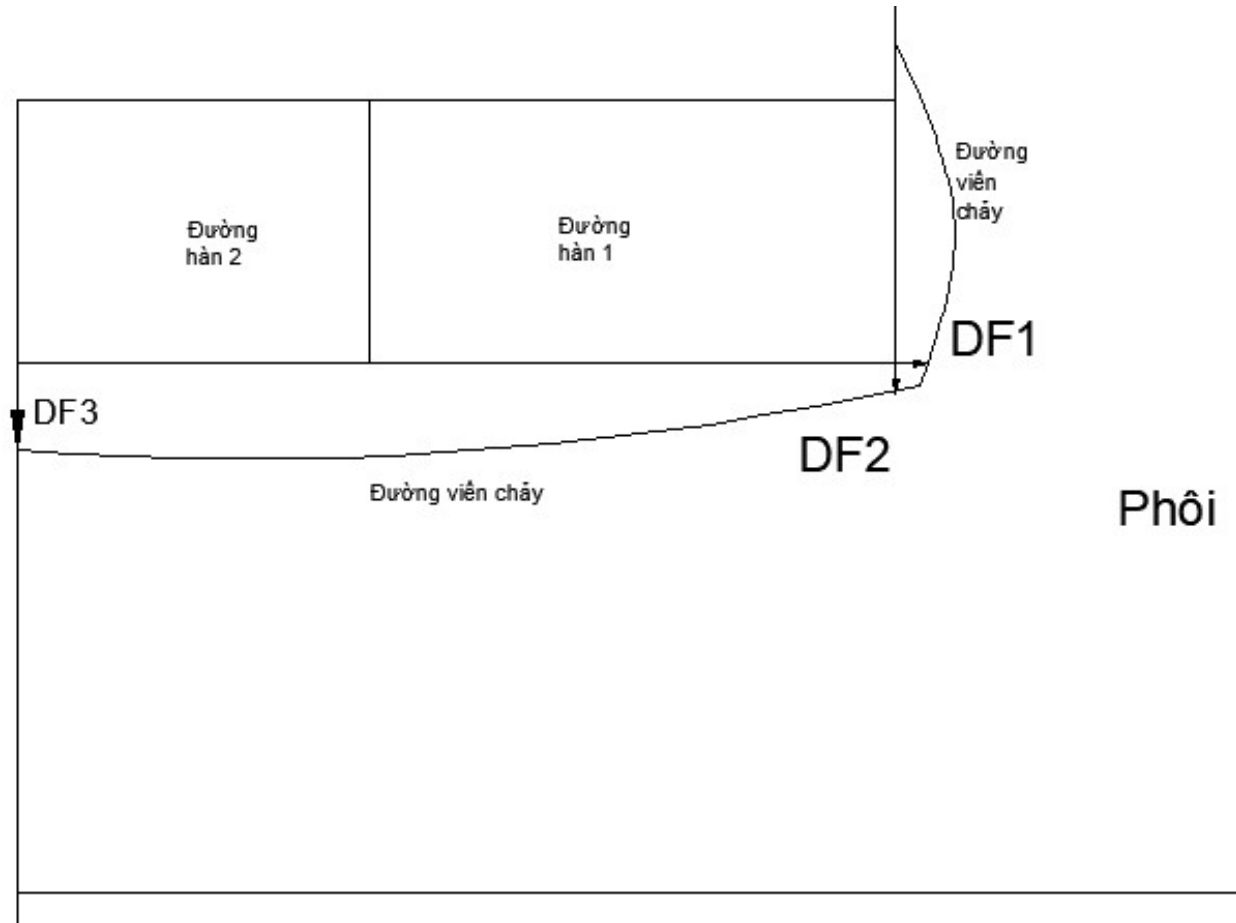
V, THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ

2, Tiêu chí đánh giá

$$DF1 > 0$$

$$DF2 > 0$$

$$0 < DF3 < 2\text{mm}$$



V, THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ

2, Tiêu chuẩn đánh giá

Dự án	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6
Năng lượng đường q [J/mm]	70	100	130	150	200	265
DF1	-	-0,71	-0,22	0,12	0,38	0,94
DF2	-	-1,50	-0,32	0,13	0,39	1,15

→ Như vậy chế độ hàn với năng lượng đường 150 J/mm thì liên kết đã bắt đầu đủ ngẫu đường hàn đầu tiên.

Dự án	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6
Năng lượng đường q [J/mm]	70	100	130	150	200	265
DF3	-0,22	0,21	1,11	0,12	1,56	2,48

→ Như vậy chế độ hàn với năng lượng đường 200 J/mm thì liên kết đã bắt đầu đủ ngẫu đường hàn thứ 2.

V, THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ

2, Tiêu chuẩn đánh giá

STT	Công suất nguồn (W)	Vận tốc quét (mm/s)	Năng lượng đường (J/mm)
1	1800	10	180,00
2	1800	11	163,64
3	1800	12	150,00
4	1900	10	190,00
5	1900	11	172,72
6	1900	12	158,33
7	2000	10	200,00
8	2000	11	181,82
9	2000	12	166,67

VI, KIỂM TRA, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG

1, Kiểm tra khuyết tật

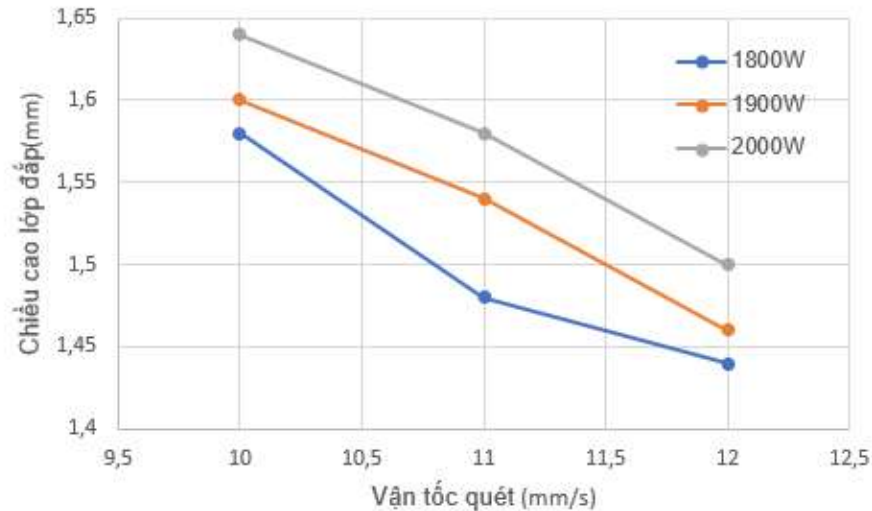
- Kiểm tra khuyết tật bằng mắt (*Visual testing - VT*)
- Kiểm tra không phá hủy bằng thẩm thấu chất lỏng (*Liquid penetrant testing - PT*)



VI, KIỂM TRA, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG

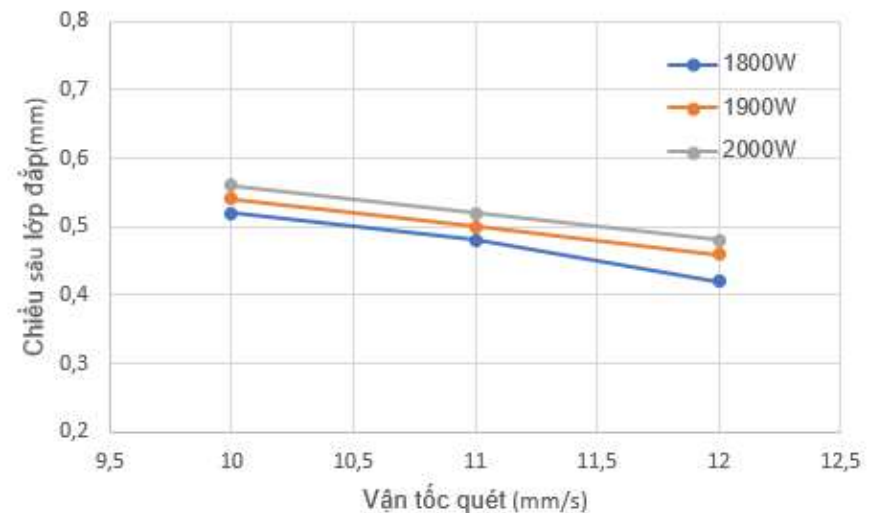
1, Kiểm tra khuyết tật

- Kiểm tra các thông số hình học



Chiều cao lớp đắp của các thông số chế độ khác nhau

Chiều sâu lớp đắp của các thông số chế độ khác nhau



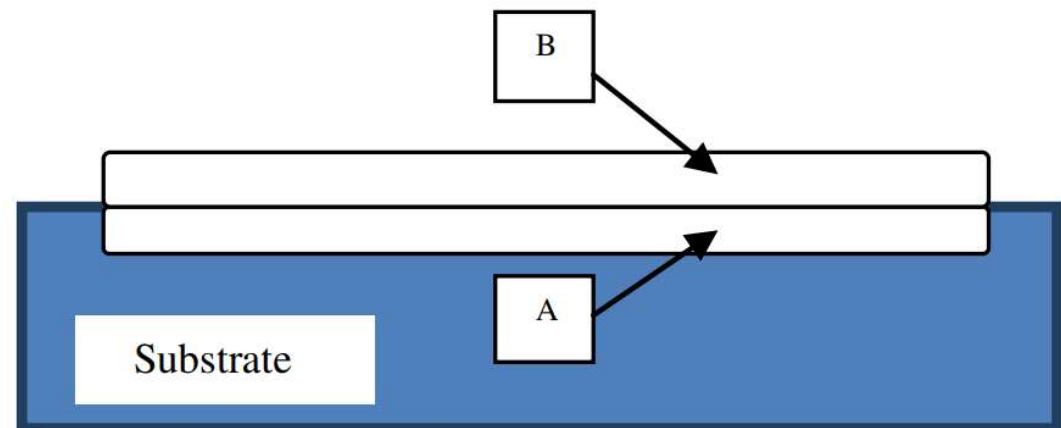
VI, KIỂM TRA, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG

2, Kiểm tra thành phần hóa học và độ pha loãng

Thành phần hóa học đo được (wt%) của lớp đắp Stellite 6

(%)	P	Mn	Si	Ni	Cr	Mo
ASS 1800W	0.024	0.54	0.59	3.35	28.50	0.39
ASS 2000W	0.024	0.63	0.55	3.30	27.95	0.36
(%)	Nb	Ti	V	Fe	W	Co
ASS 1800W	0.02	0.03	0.030	10.9	3.5	48.3
ASS 2000W	<0.01	0.02	0.026	11.9	3.6	48.6

+ Độ pha loãng D của hợp kim Stellite được tính bằng $A/(A+B)$



VI, KIỂM TRA, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG

2, Kiểm tra thành phần hóa học và độ pha loãng

+ Hàm lượng C (wt%) của kim loại cơ bản hoặc chất nền được tính bằng $[C]_{BM}$ và hàm lượng C (wt%) của Stellite là $[C]_S$ thì hàm lượng C ước tính của cặn hàn $[C]_{WD}$ được cho như sau:

$$[C]_{WD} = D \times [C]_{BM} + (1-D) \times [C]_S$$

+ Hàm lượng carbon danh nghĩa $[C]_S$ của hợp kim Stellite 6 là 1,0 wt% C. Do đó:

$$[C]_{WD} = D \times [C]_{BM} + (1-D)$$

	Diện tích lớp A (μm^2)	Diện tích lớp B (μm^2)	Độ pha loãng D (%)
ASS 1800W	105754.446	561466.0335	0.1585
ASS 2000W	441629.143	1475301.224	0.2304

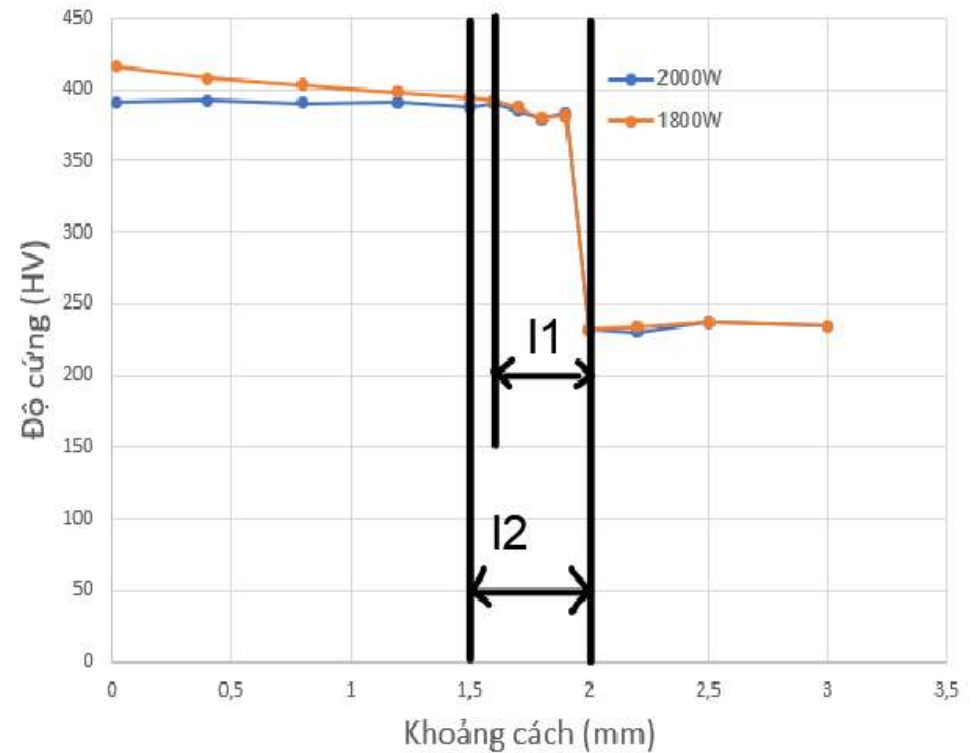
	Hàm lượng Cacbon của phôi 316L $[C]_{BM}$ (wt%)	Hàm lượng Cacbon của Stellite 6 $[C]_S$ (wt%)	Độ pha loãng D (wt%)	Hàm lượng Cacbon $[C]_{WD}$ (wt%)
ASS 1800W	0.08	1	0.1585	0.854
ASS 2000W	0.08	1	0.2304	0.795

VI, KIỂM TRA, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG

3, Kiểm tra độ cứng



Đo độ cứng của lưỡi gọt (HRC)



Biên dạng độ cứng với khoảng cách từ bề mặt lớp phủ của Stellite 6

VI, KIỂM TRA, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG

4, Kiểm tra độ mài mòn

Áp lực: 2 kg, 5 kg

Tốc độ thử nghiệm: 50 vòng/phút

Số chu kỳ: 10.000 chu kỳ

Thời gian thử nghiệm được giữ không đổi: 200 phút

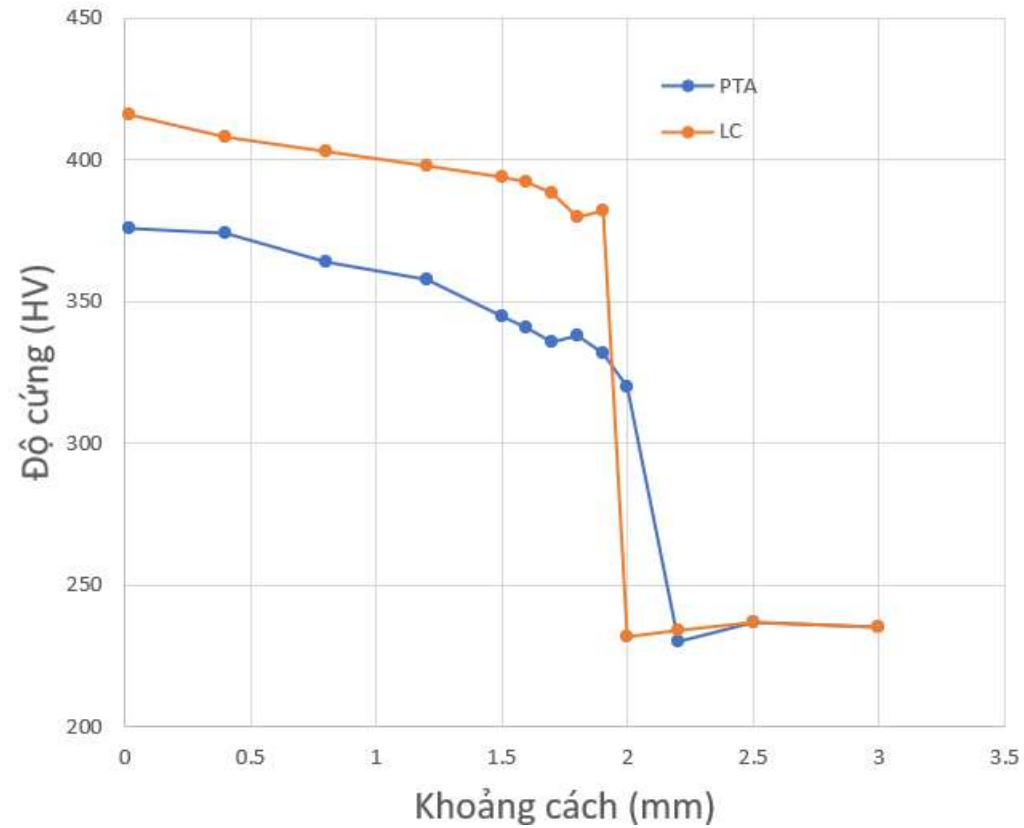
Tải thử (kg)	ASS 1800W (g)	ASS 2000W (g)
2	0.00868	0.00996
5	0.01984	0.02854

Hao hụt khối lượng của lớp đắp khi công suất là 1800W và 2000W



VII, So sánh với phương pháp khác

PTA



Biên dạng độ cứng với khoảng cách từ bề mặt lớp phủ của Stellite 6



HUST

 hust.edu.vn  fb.com/dhbkhn

**CẢM ƠN CÔNG TY TNHH
THƯƠNG MẠI VÀ CÔNG NGHIỆP
PHƯƠNG ĐÔNG ĐÃ TẠO ĐIỀU KIỆN
CHO SINH VIÊN HOÀN THÀNH ĐỒ ÁN
TỐT NGHIỆP.**

WEB: LASERCLADDING.PRO

YOUTUBE: [LASER CLADDING PHƯƠNG ĐÔNG](https://www.youtube.com/channel/UC...)

