

NGHIÊN CỨU PHỤC HỒI BUỒNG LUYỆN KÍN CAO SU 270 LÍT BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÀN PTA

RESEARCH ON RESTORATION OF 270 LITER RUBBER MIXING CHAMBER BY PTA ARC METHOD

Phạm Phú Tường^{1*}, Lưu Đức Bình^{2*}

¹Công ty Cổ phần Cao su Đà Nẵng, Việt Nam

²Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, Đà Nẵng, Việt Nam

*Tác giả liên hệ / Corresponding author: phutuong@drc.com.vn; ldbinh@dut.udn.vn

(Nhận bài / Received: 02/3/2023; Sửa bài / Revised: 05/5/2023; Chấp nhận đăng / Accepted: 11/5/2023)

Tóm tắt - Máy luyện kín qua thời gian sử dụng thì bề mặt trục luyện và bên trong của buồng luyện cao su thường bị nứt, mòn, tróc, rỗ... không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật gây phế cao su bán thành phẩm. Đây là sự cố mà các đơn vị chế tạo trong nước hiện nay chưa sửa chữa được, nên mỗi khi buồng luyện bị hỏng thì phải thay mới, điều này làm tăng giá thành sản phẩm. Để tiết kiệm chi phí sản xuất, đảm bảo chất lượng cao su thì việc phục hồi buồng luyện cũ là cần thiết. Trong bài báo này nhóm tác giả nghiên cứu các biện pháp để phục hồi bề mặt làm việc của buồng luyện và trục luyện của máy luyện kín cao su 270 lít. Từ các biện pháp phục hồi bề mặt, bài báo đã thực nghiệm việc phục hồi bề mặt buồng luyện và trục luyện của máy luyện kín cao su 270 lít bằng công nghệ hàn hồ quang sử dụng dòng khí plasma (PTA).

Từ khóa - Máy luyện kín; buồng luyện; trục luyện; phục hồi bề mặt kim loại; plasma

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, để luyện cao su trong dây chuyền công nghệ sản xuất lốp xe, Công ty Cổ phần Cao su Đà Nẵng đang sử dụng 02 máy luyện kín thể tích 370 lít do hãng Kobelco của Nhật Bản sản xuất, 05 máy luyện kín thể tích 270 lít do Trung Quốc sản xuất, 01 máy thể tích 270 lít do Ý sản xuất và 02 máy 100 lít do Đài Loan sản xuất. Trong đó, các máy thể tích 270 lít đã đưa vào sử dụng hơn 10 năm. Đây là các máy luyện kín chủ lực và đóng vai trò quan trọng trong dây chuyền sản xuất của công ty, cung cấp bán chế phẩm quan trọng cho các công đoạn sau của dây chuyền sản xuất.

Một sản phẩm cao su được sản xuất ra không chỉ chứa trong nó đơn thuần là cao su 100%, mà trong đó còn chứa nhiều loại hóa chất khác nhau với nhiều mục đích khác nhau. Ví dụ, chất xúc tiến, trợ xúc tiến, chất lưu hóa, chất độn, chất phòng lão, chất tạo màu, các chất này có thể trộn lẫn vào với nhau và phân tán đều khắp trong một mẻ cao su. Đây chính là quá trình cán luyện để đưa các hợp chất này vào cao su [1].

Máy luyện kín có cấu tạo từ buồng nghiền trộn mà trong đó nguyên vật liệu được khuấy trộn, cắt xé và biến dạng bởi lực cơ học do các roto hình ô van tạo nên [1].

Tất cả các bề mặt bên trong của buồng luyện kín tiếp xúc với hợp chất phải được bảo vệ chống mài mòn. Thông thường, có lớp phủ là một loại thép cứng được hàn trên vật liệu cơ bản của các bộ phận máy luyện để chịu mài mòn và

Abstract - Over time, the mixing machine is used, the surface of the mixing shaft and the inside of the rubber mixing chamber is often cracked, worn, peeled, pock-marked,... not meeting the technical requirements, causing waste of semi-finished rubber. This is an issue that cannot be repaired by domestic manufacturers at present, so every time the mixing chamber is damaged, it must be replaced, which increases the cost of the product. In order to save production costs and ensure rubber quality, it is necessary to restore the old mixing chamber. In this paper, authors do research the measures to restore the working surface of the mixing chamber and the mixing shaft of the 270 liter rubber mixing machine. From the surface restoration measures, this paper has experimented with restoring the surface of the mixing chamber and mixing shaft of a 270-liter rubber mixing machine by arc welding technology using plasma transferred arc (PTA).

Key words - The mixing machine; mixing chamber; mixing shaft; metal surface restoration; plasma

ăn mòn. Các lớp phủ cứng này sau thời gian làm việc sẽ hình thành các vết nứt trên bề mặt và bị bào mòn. Khi luyện các hợp chất có tính ăn mòn hóa học hoặc các hợp chất có hàm lượng độ ẩm, vết nứt trên lớp phủ cứng cho phép ăn mòn kim loại cơ bản của lớp phủ tráng cứng. Do đó, độ bám dính của lớp phủ cứng với kim loại cơ bản là yếu đi và các mảnh của lớp phủ cứng có thể bị vỡ ra [1]. Đây là sự cố mà các đơn vị chế tạo trong nước chưa sửa chữa được. Trên thế giới tác giả chưa tìm được thông tin về việc phục hồi buồng luyện kín bằng phương pháp hàn PTA.

Hiện nay, tại Việt Nam, các hệ thống máy luyện kín đều được nhập khẩu từ các nước như Trung Quốc, Nhật Bản, Đài Loan, Ý... Việc nhập khẩu các hệ thống như vậy sẽ dẫn tới giá thành cao, khó tiếp cận và việc sửa chữa phụ thuộc vào các chuyên gia nước ngoài. Vì vậy, tác giả đã và đang nghiên cứu các biện pháp để phục hồi bề mặt làm việc của buồng luyện và trục luyện của máy luyện kín cao su 270 lít. Nghiên cứu này đã thực hiện việc phục hồi bề mặt buồng luyện và trục luyện của máy luyện kín cao su 270 lít bằng công nghệ hàn hồ quang sử dụng dòng khí plasma (PTA) với giá thành phù hợp hơn và có thể tự làm chủ được công nghệ sản xuất.

2. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

2.1. Máy luyện kín cao su

Máy luyện kín có cấu tạo gồm 2 phần chính đó là buồng luyện và trục luyện.

¹ Danang Rubber Joint Stock Company, Vietnam (Pham Phu Tuong)

² The University of Danang - University of Science and Technology, Danang, Vietnam (Luu Duc Binh)

2.3.1. Cường độ dòng điện hàn I_h

Cường độ dòng điện hàn I_h có ảnh hưởng trực tiếp đến công suất nhiệt của hồ quang, kích thước vũng hàn, chiều cao mỗi hàn, tốc độ chảy của hợp kim bột, chiều sâu ngấu của mỗi hàn, ... Mặt khác, độ sâu ngấu của mỗi hàn thường tỉ lệ thuận với mức độ tham gia của kim loại nền vào mỗi hàn. Vì vậy, để giảm mức độ tham gia của kim loại nền vào mỗi hàn, cần hạn chế chiều sâu ngấu của mỗi hàn. Đó là yêu cầu đặt ra khi hàn PTA nhằm hạn chế sự thay đổi đặc tính của kim loại lớp đắp như độ cứng và khả năng chịu mài mòn. Vì vậy, cường độ dòng điện hàn phải phù hợp với đường kính điện cực, loại dòng hàn, vật liệu nền, vật liệu hàn, tốc độ hàn.

2.3.2. Tốc độ hàn V_h

Tốc độ hàn là một thông số quan trọng của chế độ hàn. Nó ảnh hưởng đến hình dạng, kích thước và chiều sâu ngấu của mỗi hàn, mức độ tham gia của kim loại nền vào mỗi hàn, sự hòa tan của các nguyên tố hợp kim vào kim loại nền. Theo Siva, Srimath và Murugan, khi tăng tốc độ hàn sẽ làm giảm chiều sâu ngấu, tiết diện ngang của mỗi hàn, chiều rộng mỗi hàn, chiều cao mỗi hàn, mức độ tham gia của kim loại nền vào mỗi hàn [3].

Như vậy, tốc độ hàn có ảnh hưởng trực tiếp đến hình dạng, kích thước và chất lượng mỗi hàn. Nó tỉ lệ nghịch với độ sâu ngấu, tiết diện ngang của mỗi hàn và mức độ tham gia của kim loại nền vào mỗi hàn. Vì vậy, cần tính toán và xác định tốc độ hàn phù hợp để mỗi hàn đảm bảo các chỉ tiêu về kỹ thuật.

2.3.3. Vận tốc bột hàn V_b

Khi tăng lưu lượng cấp bột hợp kim chỉ có thể làm tăng chiều cao của mỗi hàn và tiết diện ngang của mỗi hàn. Trong đó, mức độ tăng chiều cao mỗi hàn lớn hơn chiều rộng của mỗi hàn. Mặt khác, chiều sâu ngấu và mức độ tham gia của kim loại nền vào mỗi hàn có xu hướng giảm xuống.

Ngoài ra, còn có nhiều thông số ảnh hưởng đến chất lượng mỗi hàn: Bề rộng mỗi hàn, khoảng cách từ mỗi hàn đến vật liệu nền...

Vì vậy, cần tính toán kết hợp với thực nghiệm để xác định vận tốc cấp bột, cường độ dòng điện, vận tốc hàn... phù hợp để không ảnh hưởng tiêu cực đến hình dạng và chất lượng mỗi hàn.

3. Thiết kế thực nghiệm quá trình hàn PTA

3.1. Thiết bị hàn PTA

3.1.1. Máy hàn PTA

Chọn máy hàn PTA EuTronic® GAP 2501 DC của công ty Metal Việt Nam có các thông số như sau:

- Điện áp nguồn: 3 pha, 400V \pm 10%, tần số 50/60 Hz.
- Công suất tiêu thụ tối đa: 18kVA.
- Giá trị hiệu dụng của dòng điện cực đại: 25A.
- Cos phi 0,99.
- Phạm vi cường độ cho hàn plasma: 2A ÷ 250A.
- Phạm vi cường độ cho hàn TIG, MMA: 5A ÷ 200A.



Hình 4. Máy hàn PTA EuTronic® GAP 2501 DC [4]

3.1.2. Mỏ hàn PTA

Chọn mỏ hàn E54 – Machine Torch GAP E 54 DL (Hình 5), là loại mỏ hàn ngang với các thông số như sau:

- Dòng điện lớn nhất: 200A.
- Tốc độ bột hàn: 3 – 140 g/min.
- Làm mát bằng nước.

Bột hợp kim EutroLoy 6503 với 60 % WC được phân bố đều trên lớp phủ tạo ra lớp chịu mòn tuyệt vời trên thép, inox, gang và hợp kim Ni. Bột được thiết kế đặc biệt để sử dụng với quá trình hàn hồ quang plasma.

- Độ cứng: Khoảng 60 HRC.
- Nhiệt độ tối đa làm việc: 1200°F (650°C).



Hình 5. Mỏ hàn E54

3.2. Vật liệu

3.2.1. Vật liệu nền

Lựa chọn vật liệu nền là thép C45 để làm thân của các chi tiết. Nó đảm bảo cả hai chỉ tiêu kỹ thuật và kinh tế, đồng thời vật liệu nền của trục luyện và buồng luyện của máy luyện kín cao su cũng là thép C45.

3.2.2. Hợp kim bột Eutroloy 5603

Trong hợp kim bột Eutroloy 5603 có khoảng 60% là WC còn lại khoảng 40% theo bảng sau:

Bảng 1. Thành phần của Eutroloy 5603

Thành phần hoá học	B	C	Cr	Fe	Ni	Si
%	2,54	0,1	0,14	0,66	Base	3,33

3.2.3. Khí bảo vệ, khí mang bột, khí tạo plasma

Khí sử dụng để bảo vệ vũng hàn, mang bột và tạo plasma là khí Argon (Ar) với độ tinh khiết đạt 99,9%. Ar là khí được sử dụng phổ biến nhất trong quá trình hàn PTA.

3.3. Điện cực hàn

Điện cực Vonfram-Thôri (W-Th) là loại điện cực không nóng chảy được sử dụng phổ biến nhất trong quá trình hàn PTA.

3.4. Xác định các thông số chế độ hàn

3.4.1. Các thông số chế độ hàn của máy

Các thông số chế độ hàn có ảnh hưởng rất lớn đến hình dáng, kích thước, chất lượng mối hàn. Vì vậy, xác định được các thông số cơ bản và giá trị của nó là nhiệm vụ rất quan trọng.

Các thông số chế độ hàn cơ bản gồm cường độ dòng hàn, vận tốc hàn, lưu lượng bột, biên độ dao động mô hàn, chiều dài hồ quang. Ngoài ra, các thông số khác như góc nghiêng mô hàn, hướng hàn, tốc độ cấp khí bảo vệ cũng ảnh hưởng rất lớn đến quá trình hàn và chất lượng mối hàn.

3.4.2. Chọn biến đầu vào

Qua quá trình phân tích lý thuyết và thực nghiệm, tác giả nghiên cứu đã lựa chọn và tiến hành nghiên cứu 5 yếu tố cơ bản ảnh hưởng lớn đến kích thước, hình dạng và chất lượng mối hàn. Tuy nhiên, mức độ ảnh hưởng của chúng là khác nhau. Trong 5 thông số chế độ hàn PTA, tác giả nghiên cứu chọn ra 3 thông số ảnh hưởng lớn đến hình dạng, kích thước và chất lượng mối hàn đó là cường độ dòng điện hàn (I_h), tốc độ hàn (V_h) và lưu lượng bột (V_b), Bảng 2.

Để lựa chọn được 3 thông số này, ngoài việc phân tích các bài báo của các tác giả trên thế giới [5], [6], tài liệu của các hãng sản xuất thiết bị, nhóm nghiên cứu đã tích cực tham khảo ý kiến của các chuyên gia đầu ngành và kỹ sư, công nhân vận hành thiết bị hàn PTA tại một số doanh nghiệp, đặc biệt là công ty Metal.

Bảng 2. Thông số chế độ hàn ảnh hưởng đến mối hàn

Thông số hàn	Đơn vị	Ký hiệu	Mã hoá	Mức độ biến thiên của các biến				
				-2	-1	0	+1	+2
Cường độ dòng hàn	A	I_h	X_1	90	100	110	120	130
Tốc độ hàn	mm/phút	V_h	X_2	260	280	300	320	340
Lưu lượng bột	g/phút	V_b	X_3	20	25	30	35	40

3.5. Xây dựng mô hình thực nghiệm

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các thông số chế độ hàn và sự tham gia của kim loại nền vào mối hàn, tác giả đã kết hợp phân tích giữa lý thuyết và thực nghiệm. Quá trình phân tích 3 biến số đầu vào và 1 giá trị đầu ra chế độ hàn được lựa chọn với sự biến thiên về giá trị của chúng, hàm mục tiêu là mức độ tham gia của kim loại nền vào mối hàn. Tác giả đã chọn quy hoạch bậc 2 hỗn hợp quay đều Box – Hunter để xây dựng phương trình thực nghiệm. Ưu điểm của dạng quy hoạch thực nghiệm này là số lượng thực nghiệm ít, phương trình hồi quy đơn giản, độ chính xác của phương trình hồi quy thu được là bằng nhau trong tất cả các điểm của không gian yếu tố, ở trên một khoảng cách bằng nhau đến tâm quy hoạch. Tính chất đều kết hợp với quay nghĩa là phương sai không đổi trong vùng nào đó từ tâm quy hoạch. Vì vậy, quy hoạch này được sử dụng đối với các bài toán thu được phương trình hồi quy với mục tiêu điểm tối ưu nằm trên vùng gần tâm quy hoạch.

Phương trình thực nghiệm bậc 2 hỗn hợp quay đều Box-Hunter, 3 yếu tố có dạng như sau [7]:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i,j=1}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i \neq j}^k b_{ii} \cdot x_i^2$$

Trong đó, b_0, b_i, b_{ii}, b_{ij} là các hệ số; x_i, x_j là các biến số, $i \neq j, 1 < i, j < k$.

Có tổng cộng 20 thí nghiệm được thực hiện. Trong đó, số thí nghiệm thực hiện tại tâm là 6. Mức độ biến thiên của biến thấp nhất là $(-\alpha)$ và cao nhất là $(+\alpha)$.

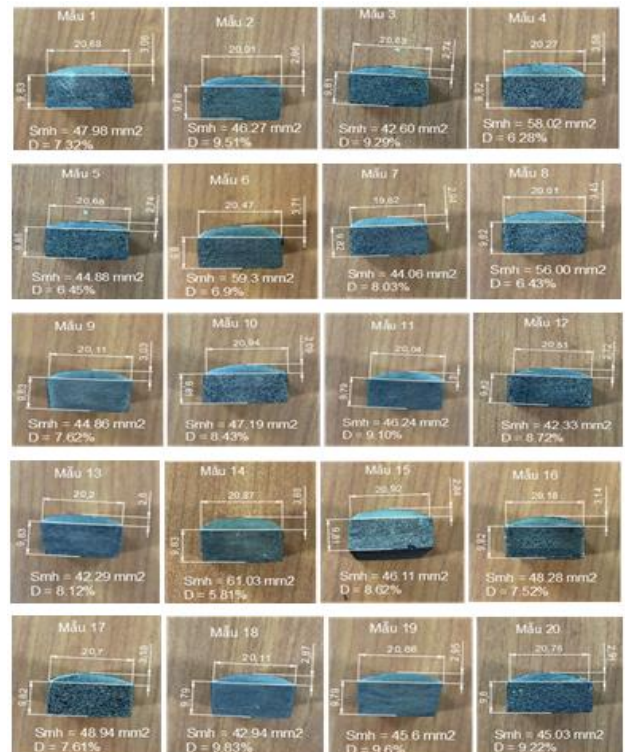


Hình 6. Mẫu kiểm tra

Tác giả nghiên cứu đã dùng phần mềm AutoCAD 2018 để tiến hành đo đạc các thông số của các mẫu thí nghiệm, từ đó xác định được diện tích các vùng và toàn bộ mặt cắt ngang của mối hàn. Sau đó tính toán và xác định giá trị của D là mức độ tham gia của kim loại nền vào mối hàn. Để xác định mức độ tham gia của kim loại nền vào mối hàn, sử dụng công thức dưới đây [8], [9], [10]

$$D = \frac{B}{A+B} \cdot 100\%$$

Trong đó, D là mức độ tham gia của kim loại nền vào mối hàn (%); A là diện tích mặt cắt ngang kim loại phân lõi mối hàn (mm^2); B là diện tích mặt cắt ngang kim loại phân sau ngấu mối hàn (mm^2).



Hình 7. Kích thước mẫu thử

Bảng 3. Mức độ tham gia của kim loại cơ bản vào mỗi hàn

STT	I_h (A)	V_h (mm/ph)	V_b (g/ph)	Chiều sâu ngấu mỗi hàn	Diện tích mỗi hàn S (mm ²)	D(%)
1	100	280	25	0,17	47,98	7,32
2	120	280	25	0,22	46,27	9,51
3	100	320	25	0,19	42,60	9,29
4	120	320	25	0,18	58,02	6,28
5	100	280	35	0,14	44,88	6,45
6	120	280	35	0,20	59,30	6,90
7	100	320	35	0,18	44,06	8,03
8	120	320	35	0,18	56,00	6,43
9	90	300	30	0,17	44,86	7,62
10	130	300	30	0,19	17,19	8,43
11	110	260	30	0,21	46,24	9,10
12	110	340	30	0,18	42,33	8,72
13	110	300	25	0,17	42,29	8,12
14	120	280	40	0,17	61,03	5,81
15	110	300	30	0,19	46,11	8,62
16	110	300	30	0,18	48,28	7,52
17	110	300	30	0,18	48,94	7,61
18	110	300	30	0,21	4,94	9,83
19	110	300	30	0,21	45,60	9,60
20	110	300	30	0,20	45,03	9,22

Trên cơ sở mối quan hệ tương quan giữa các thông số chế độ hàn và sự ảnh hưởng của chúng đến mức độ tham gia của kim loại nền vào mỗi hàn khi hàn PTA, nên nghiên cứu xây dựng hàm số như sau:

$$D = f(I_h, V_h, V_b)$$

Trong đó, D là mức độ tham gia của kim loại nền vào mỗi hàn (%); I_h là cường độ dòng điện hàn (A); V_h là tốc độ hàn (mm/phút); V_b là lưu lượng bột (g/phút).

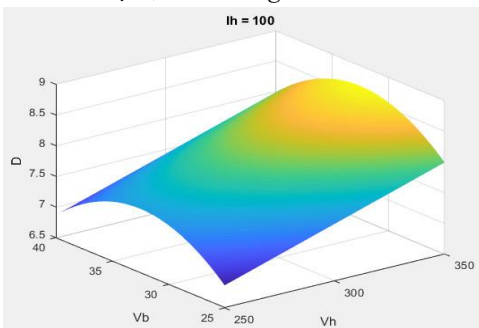
Bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm Box-Hunter, phương trình biểu diễn mối liên hệ giữa các thông số được biểu diễn bằng phương trình sau:

$$D = -0,012V_b^2 + 0,78V_b - 0,001125I_hV_h + 0,3375I_h + 0,12375V_h - 41,32$$

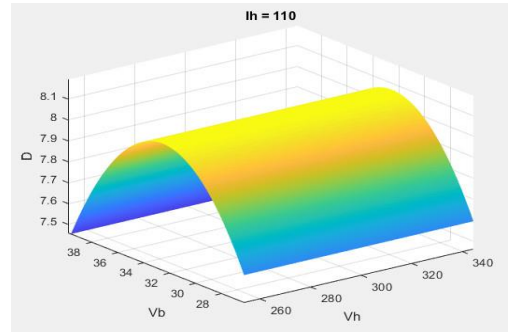
3.6. Đánh giá ảnh hưởng của I_h , V_h , V_b đến D

Trong quá trình hàn PTA, mức độ tham gia của kim loại nền vào mỗi hàn (D) là một tiêu chí quan trọng. Dựa vào phương trình thực nghiệm ở trên, sử dụng phần mềm matlab để vẽ các đồ thị của từng cặp giá trị ảnh hưởng đến D như sau:

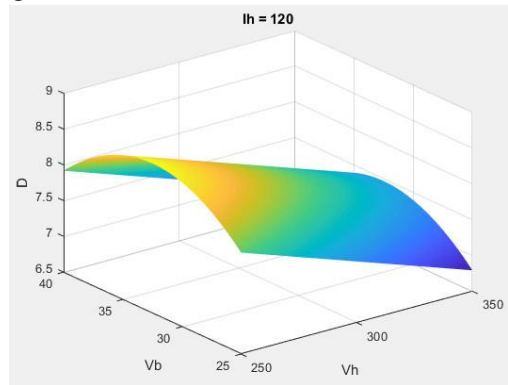
3.6.1. Cho I_h cố định, ảnh hưởng của V_b và V_h đến D

**Hình 8.** Ảnh hưởng của V_b và V_h đến D khi $I_h = 100A$

Với giá trị $I_h = 100(A)$, với $V_h = 250 - 350$ (mm/phút), $V_b = 25 - 40$ (g/phút), thì miền giá trị của D nằm trong khoảng 6,8% đến 8,6% (Hình 8).

**Hình 9.** Ảnh hưởng của V_b và V_h đến D khi $I_h = 110A$

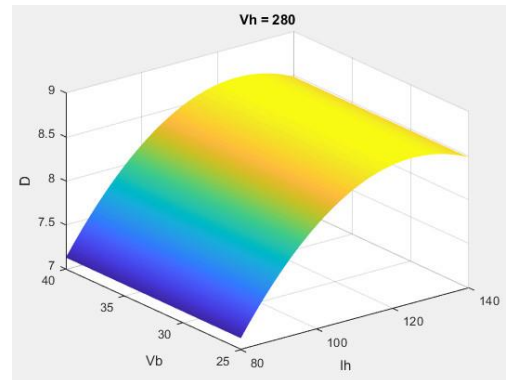
Với giá trị $I_h = 110(A)$, với $V_h = 260 - 340$ (mm/phút), $V_b = 25 - 40$ (g/phút), thì miền giá trị của D nằm trong khoảng 7,4% đến 8,2% (Hình 9).

**Hình 10.** Ảnh hưởng của V_b và V_h đến D khi $I_h = 120A$

Với giá trị $I_h = 120(A)$, với $V_h = 250 - 350$ (mm/phút), $V_b = 25 - 40$ (g/phút), thì miền giá trị của D nằm trong khoảng 6,8% đến 7,9% (Hình 10).

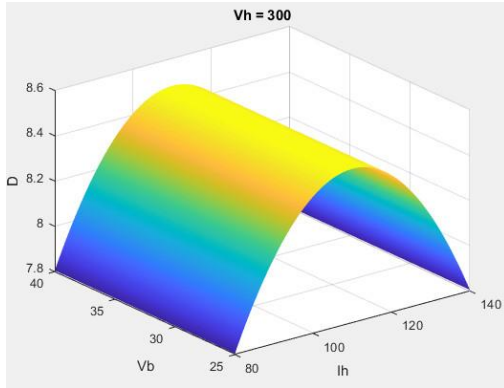
3.6.2. Cho V_h cố định, ảnh hưởng của I_h và V_b đến D

Với giá trị $V_h = 280$ (mm/phút), $V_b = 25 - 40$ (g/phút), $I_h = 80 - 140$ (A), thì miền giá trị D% từ khoảng 7,1% đến 8,6% (Hình 11).

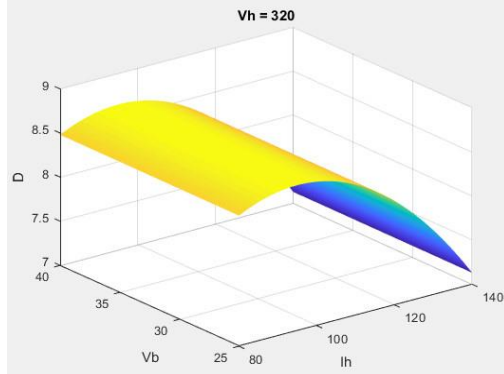
**Hình 11.** Ảnh hưởng của V_b và I_h đến D khi $V_h = 280\text{mm/phút}$

Với giá trị $V_h = 300$ (mm/phút), $V_b = 25 - 40$ (g/phút), $I_h = 80 - 140$ (A), thì miền giá trị D% từ khoảng 7,8% đến 8,5% (Hình 12).

Với giá trị $V_h = 320$ (mm/phút), $V_b = 25 - 40$ (g/phút), $I_h = 80 - 140$ (A), thì miền giá trị D% từ khoảng 7,2% đến 8,5% (Hình 13).

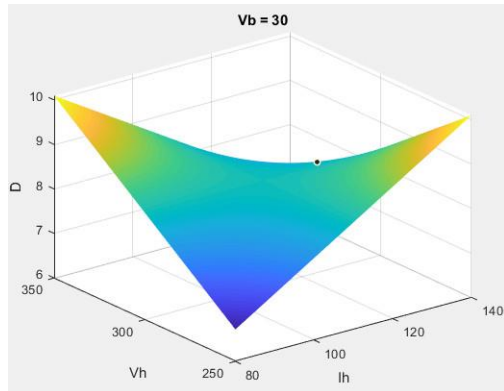


Hình 12. Ảnh hưởng của V_b và I_h đến D khi $V_h = 300\text{mm/phút}$



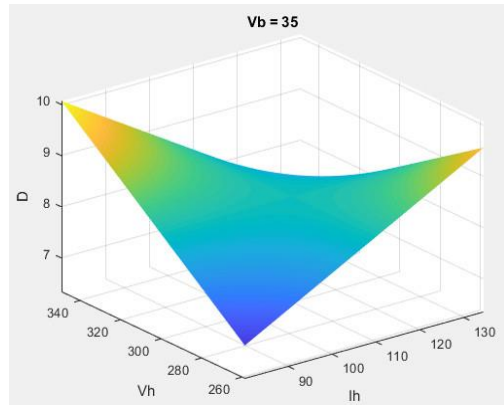
Hình 13. Ảnh hưởng của V_b và I_h đến D khi $V_h = 320\text{mm/phút}$

3.6.3. Cho V_b cố định, ảnh hưởng của I_h và V_h đến D



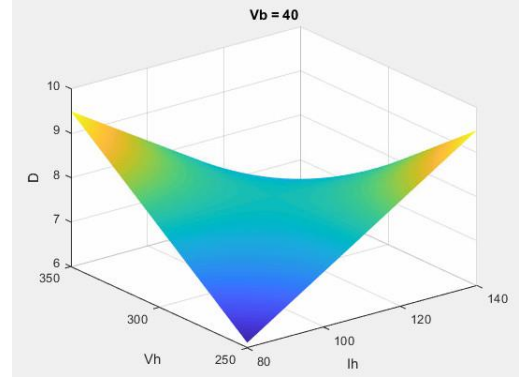
Hình 14. Ảnh hưởng của V_h và I_h đến D khi $V_b = 30\text{g/phút}$

Với giá trị $V_b = 30(\text{g/phút})$, $I_h = 80 - 140(\text{A})$, $V_h = 250 - 350(\text{mm/phút})$, miền giá trị của $D\%$ từ 6% đến 10%.



Hình 15. Ảnh hưởng của V_h và I_h đến D khi $V_b = 35\text{g/phút}$

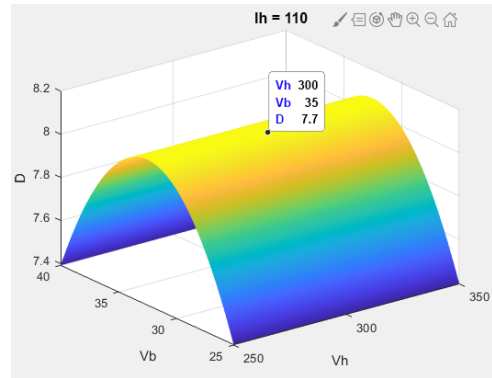
Với giá trị $V_b = 35(\text{g/phút})$, $I_h = 80 - 140(\text{A})$, $V_h = 250 - 350(\text{mm/phút})$, miền giá trị của $D\%$ từ 6% đến 10%.



Hình 16. Ảnh hưởng của V_h và I_h đến D khi $V_b = 40\text{g/phút}$

Với giá trị $V_b = 40(\text{g/phút})$, $I_h = 80 - 140(\text{A})$, $V_h = 260 - 340(\text{mm/phút})$, miền giá trị của $D\%$ từ 6% đến 9,4%.

Qua phân tích các Hình 8 - 16, khi 2 trong 3 giá trị I_h , V_h và V_b có giá trị thay đổi thì miền giá trị $D\%$ luôn luôn nhỏ hơn 10% (Đạt yêu cầu của hàn PTA) và được điều chỉnh về miền tối ưu nhất để đảm bảo mỗi hàn chất lượng. Nhận thấy rằng, mỗi hàn chất lượng nhất khi D nằm trong khoảng 6% - 8,2%, nên tác giả nghiên cứu chọn thông số hàn tối ưu để áp dụng vào việc phục hồi buồng luyện kín 270 lít với $V_b = 35(\text{g/phút})$, $I_h = 110(\text{A})$ và $V_h = 300(\text{mm/phút})$. Bởi vì khi hàn đắp bằng quá trình hàn PTA, mức độ tham gia của kim loại cơ bản vào mỗi hàn được yêu cầu ở mức $D < 10\%$, với bộ ba thông số đã chọn đảm bảo điều kiện vật liệu nên không thấm quá 10% vì giá trị của sau khi tính toán theo bộ thông số này nằm khoảng 7,7%, và D nằm gần tâm trong khoảng 6% - 8,2%.



Hình 17. Kết quả của D theo bộ thông số đã chọn

3.7. Thí nghiệm thông số hàn I_h , V_h , V_b

Các đánh giá ban đầu về quá trình phục hồi như sau:

- Độ bền kéo của kim loại mỗi hàn sau khi hàn PTA, được đo trên máy kéo nén 100 tấn WE1000D, độ chính xác cấp 1 và hiển thị kết quả trên đồng hồ.

Bảng 4. Kết quả xác định độ bền kéo

Lực kéo đứt	Ứng suất lực đứt	Vị trí bị kéo đứt
68,92 kN	219,4 N/mm ²	Tại mỗi hàn

- Độ cứng của mỗi hàn kim loại sau khi hàn PTA, được đo trên máy đo độ cứng Rockwell HRS-150, kết quả độ cứng đạt 60 HRC, độ cứng này tương đương với độ cứng của thép gió (60 - 62HRC).

- Độ mài mòn của mỗi hàn kim loại sau khi hàn PTA, được đo trên máy AKRON WML-76, khối lượng trung bình bị mài mòn như sau:

- + Cửa vật liệu thép gió: 0,013g.
- + Cửa vật liệu phun phủ: 0,014g,
- + Cửa vật liệu thép C45: 0,064g.



Hình 18. Thiết bị thử mài mòn

- Kết quả thử ăn mòn hóa chất của mỗi hàn sau khi hàn PTA được thử nghiệm bằng hóa chất AT4000 cũng được đảm bảo.

Với các kết quả như trên thì kim loại mỗi hàn có cấu trúc và tổ chức tương đối ổn định, độ bền kéo, độ cứng và khả năng chịu mài mòn, cơ học, hóa học đạt được yêu cầu đề ra, giá thành thấp nên tác giả đã áp dụng phương pháp hàn PTA với chế độ hàn $I_h = 110(A)$, $V_h = 300(\text{mm/phút})$, $V_b = 35(\text{g/phút})$ để phục hồi buồng luyện kín 270 lít.

3.8. Quy trình phục hồi buồng luyện 270 lít

- Bước 1: Vệ sinh sạch sẽ, đánh giá mức độ mòn (Dùng máy mài và chổi đánh gi vệ sinh sạch sẽ bề mặt bên trong và bên ngoài buồng luyện; Vệ sinh súc rửa hệ thống làm mát bằng nước bằng dung dịch tẩy rửa: “AT 4000HO”).

- Bước 2: Kiểm tra các kích thước lắp ghép, kết hợp kích thước thiết kế ban đầu (Xây dựng bản vẽ thiết kế với các kích thước lắp ghép chuẩn. Kiểm tra thực tế tất cả các kích thước chi tiết buồng rồi đưa ra phương án thi công phục hồi).

- Bước 3: Làm sạch lớp kim loại cứng còn lại trên bề mặt làm việc của buồng luyện (Đối với hư hỏng của buồng luyện kín như phân tích ở bước trên, ta cần tẩy bỏ đi lớp bề mặt kim loại cứng còn lại trên bề mặt buồng luyện bằng máy “ESAB LAE 1250”).

- Bước 4: Tiến hành làm dưỡng kiểm để mài sửa nguội trước và sau khi hàn PTA (Đối với việc phục hồi chi tiết hình trụ bên trong, đường kính 572, ta tiến hành cắt tôn dày khoảng 5 (mm) ốp hai đầu mặt buồng cần hàn sửa chữa, tiến hành hàn và mài theo dưỡng gia công đã tạo).

- Bước 5: Gia công móc lại kích thước D577 lên kích thước cần phủ trên máy doa ngang (Máy doa ngang được sử dụng để gia công thô và hoàn thiện các phôi lớn; Sau khi tẩy bỏ các lớp phủ cứng còn sót lại trên bề mặt, ta tiến hành gia công móc lại kích thước D577 trên máy doa ngang).

- Bước 6: Hàn đắp những vị trí bị mài mòn lớn hơn 5mm bằng dây hàn OK 68.81 (Que hàn đắp chống mài mòn Esab OK 68.81 được sử dụng để hàn lớp lót trước khi hàn PTA phủ bề mặt).

- Bước 7: Gông bề mặt buồng tránh hiện tượng co kéo khi hàn dẫn đến sai hỏng.

- Bước 8: Kiểm tra các kích thước cơ bản trước khi hàn PTA.

- Bước 9: Tiến hành thử áp suất từ 3 đến 4 bar (Dụng cụ thử áp: Máy bơm áp lực, đồng hồ đo áp lực, vòi nối, các thiết bị cần thiết khác. Lựa chọn áp suất thử từ 3 đến 4 bar).

- Bước 10: Hàn PTA trên giá xoay bằng mô hàn ngang E54 (Mô hàn E54: “Machine Torch GAP E 54 DL”; Bột hợp kim EutroLoy 6503 nền Ni với 60 % WC được phân bố đều trên lớp phủ; Chế độ hàn: chọn $I_h = 110A$, $V_h = 300\text{mm/phút}$, $V_b = 35\text{g/phút}$).

- Bước 11: Tiến hành làm nguội về kích thước yêu cầu.

- Bước 12: Tiến hành kiểm tra áp suất lại để chắc chắn rằng không bị rò rỉ nước (Lựa chọn áp suất thử từ 10 đến 15 bar. Áp suất này đảm bảo cho buồng luyện làm việc an toàn không bị rỉ nước trong điều kiện chịu mài mòn, và đập khi luyện cao su).

3.9. Quy trình phục hồi trực luyện 270 lít

- Bước 1: Vệ sinh sạch sẽ, đánh giá mức độ mòn.

- Bước 2: Làm sạch lớp kim loại cứng còn lại trên bề mặt làm việc của trực (Phương pháp cắt hồ quang điện (Arc gouging) được sử dụng để tẩy bỏ lớp phủ cứng ban đầu bị hỏng).

- Bước 3: Kiểm tra các kích thước lắp ghép, kết hợp kích thước thiết kế ban đầu.

- Bước 4: Tiến hành làm dưỡng kiểm tra bề mặt làm việc trước và sau khi hàn PTA (Có 2 kích thước cần phải làm dưỡng để thực hiện kiểm tra: Kích thước đường kính ngoài của cánh trực và Profin cánh xoắn).

- Bước 5: Tiến hành thử áp suất từ 20 đến 25 bar. Phương pháp bơm và lắp đặt đồng ống cấp tương tự như phương án thử áp suất cho buồng luyện.

- Bước 6: Hàn đắp những vị trí bị mài mòn lớn hơn 5mm bằng dây hàn OK 68.81. Que hàn đắp chống mài mòn Esab OK 68.81 được sử dụng để hàn lớp lót trước khi hàn PTA phủ bề mặt.

- Bước 7: Hàn PTA bằng mô hàn E54. Chọn chế độ hàn: $I_h = 110A$, $V_h = 300\text{mm/phút}$, $V_b = 20-40\text{g/phút}$

- Bước 8: Tiến hành làm nguội, mài nguội về kích thước yêu cầu.

- Bước 9: Tiến hành kiểm tra áp suất lại để chắc chắn rằng không bị rò rỉ nước. Lựa chọn áp suất thử từ 25 đến 30 bar.



Hình 19. Bề mặt trực sau khi hàn PTA



Hình 20. Bề mặt buồng luyện sau khi hàn PTA

3.10. Đánh giá chất lượng bề mặt phục hồi

Tác giả sử dụng phương pháp kiểm tra hoa lửa khi mài bằng đá mài trên 4 loại bề mặt khác nhau (Hình 21):

1. Thép C45;
2. Bề mặt trục luyện cũ;
3. Thép hợp kim;
4. Bề mặt trục luyện sau khi phục hồi.

Kết quả: Bề mặt lớp hàn PTA trên bề mặt trục luyện sau khi phục hồi có hoa lửa rất ít.



Hình 21. Kiểm tra chất lượng bề mặt trục sau khi hàn PTA

1. Thép C45; 2. Bề mặt trục luyện cũ; 3. Thép hợp kim;
4. Bề mặt trục luyện sau khi phục hồi

4. Kết luận

- Những kết quả chính đã thực hiện được trong nghiên

cứu là:

- + Phân tích ảnh hưởng của các thông số công nghệ chính và chọn ra được chế độ hàn để thi công phục hồi.

- + Phục hồi, đánh giá chất lượng bề mặt buồng luyện và trục luyện máy luyện kín cao su thể tích 270 lít của Công ty Cổ phần Cao su Đà Nẵng.

- + Tìm được thông số hàn tối ưu để phục hồi buồng luyện 270 lít là $V_b = 35(\text{g/phút})$, $I_h = 110(\text{A})$ và $V_h = 300(\text{mm/phút})$.

- + Mỗi hàn phục hồi theo PTA với bộ thông số hàn tìm được cho thấy khả năng chịu mài mòn và kháng ăn mòn hoá học cao.

- Hướng phát triển tiếp theo:

- + Áp dụng vào việc phục hồi các chi tiết quan trọng trong nhiều lĩnh vực khác trong các ngành sản xuất thép, xi măng, ...

- + Ứng dụng vào công nghệ chế tạo mới các chi tiết có bề mặt cần độ cứng và chịu mài mòn cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Rubber Technology Department DRC, *Advanced Rubber Technology Textbook*, 2006.
- [2] N. V. Thong, *Surface Coating Technology*, Hanoi: Publisher of Science and Technology, 2006.
- [3] K. Siva, N. Murgan and V.P. Raghupathy, "Modelling, analysis and optimisation of well bead parameters of nickel based overlay deposited by plasma transferred arc surfacing", *International Scientific Journal published quarterly by the Association of Computational Materials Science and Surface Engineering*, vol. 1, pp.174-182, 2009.
- [4] MetalTech Saigon Company Limited, "EuTronic® GAP 2501 DC PTA Machine", [namngoclinh.com.vn](https://namngoclinh.com.vn/san-pham/eutronic-gap-2501-dc/). [Online] Available: <https://namngoclinh.com.vn/san-pham/eutronic-gap-2501-dc/> [Accessed March 01, 2023]
- [5] K. Marko, *Effect of parameters of plasma transferred arc welding method on abrasive wear resistance of 12V tool steel deposit*, Doctoral dissertation, Aalto University, Finland, 2010.
- [6] C. Katsich, A. Zikin, and E. Badisch, "Wear protection of highly loaded components: Advances of plasma transferred arc welding as hardfacing technology", in *8th International DAAAM Baltic Conference Industrial Engineering*, 19-21 April 2012, Tallinn, Estonia.
- [7] L. D. Binh, *Experimental Design in Mechanical Engineering*, Hanoi: Construction Publishing House, 2017.
- [8] D. Bon and A. S. C. M. D'Olivira, "Effect of Current and Atomized Grain Size Distribution on the Solidification of Plasma Transferred Arc Coatings", *Materials Research*, vol. 15, no. 5, pp. 770-774, 2012.
- [9] K. Marko, *Effect of parameters of plasma transferred arc welding method on abrasive wear resistance of 12V tool steel deposit*, Doctoral dissertation, Aalto University, Finland, 2010.
- [10] V. Balasubramanian, R. Varahamoorthy, C. S. Ramachandran, and C. Muralidharan, "Selection of welding process for hardfacing on carbon steels based on quantitative and qualitative factors", *Journal Advance Manufacturing Technology*, vol. 40, pp. 887-897, 2009.