

ỨNG DỤNG MÁY HÀN ĐIỂM VÀO HÀN ĐA ĐIỂM CHẾ TẠO CÁNH BƠM HÚT NƯỚC HỐ NỔ MÌN

APPLICATION OF SPOT WELDING MACHINE IN MULTI-POINT WELDING FOR
MANUFACTURING WATER PUMP IMPELLERS FOR MINE SUMP PUMPING

Ngô Xuân Cường^{1,*}, Đào Quang Kế²

¹Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Công nghệ Hàn và Xử lý bề mặt, Viện Nghiên cứu Cơ khí

²Trường Đại học Hòa Bình

TÓM TẮT

Trong chế tạo cơ khí phương pháp hàn tổ hợp chi tiết tạo nên các chi tiết có hình dạng phức tạp được áp dụng rộng rãi và mang lại hiệu quả kinh tế.

Trong bài báo này giới thiệu việc nghiên cứu, ứng dụng máy hàn điểm vào hàn đa điểm chế tạo cánh bơm hút nước hố nổ mìn. Trên cơ sở phân tích phương pháp hàn tiếp xúc để xác định chế độ hàn và các thông số ảnh hưởng đến chất lượng mối hàn, từ đó đưa ra phương pháp hàn phù hợp nhất.

Từ khóa: Máy hàn điểm; Hàn đa điểm; Cánh bơm; Hố nổ mìn.

ABSTRACT

In mechanical production, the method of welding parts to create parts with complex shapes is widely applied and brings economic efficiency.

This paper introduces the research and application of spot welding machine to multi-spot welding to manufacture D90 water pump impeller. Based on the analysis of contact welding method to determine welding mode and parameters affecting weld quality, the most suitable welding method is proposed.

Keywords: Spot welding machines; Multi-point welding; Impeller; Mine sump.



1. GIỚI THIỆU

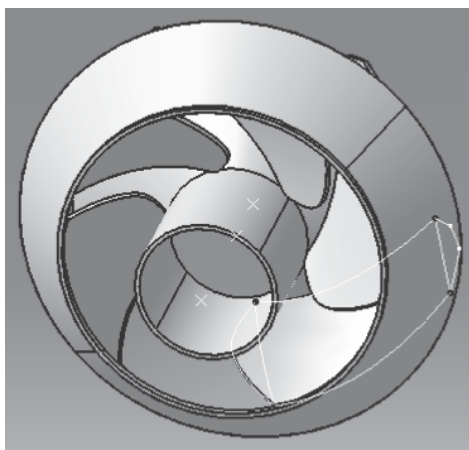
Công nghệ hàn áp lực nhiều điểm là một công nghệ đã được nhiều nước tiên tiến trên thế giới như Mỹ, Anh, Úc, Nhật Bản... áp dụng để hàn các chi tiết có thành vách mỏng và cho hiệu quả cao[6].

Việc ứng dụng công nghệ này vào việc hàn cánh bơm hồ nổ mìn giúp giảm bớt thời gian sản xuất cũng tiết kiệm chi phí, nhất là trong thời điểm nước ta đang tiến hành hội nhập mạnh mẽ như hiện nay. Việc vận dụng máy hàn điểm 2106B80 (ARO) vào hàn đa điểm để chế tạo cánh bơm là một nghiên cứu rất sáng tạo và có ý nghĩa thực tiễn.

Quá trình nghiên cứu bao gồm:

2. TÍNH TOÁN THIẾT LẬP CHẾ ĐỘ HÀN

2.1. Xác định mô hình công nghệ



Hình 1. Cánh bơm hút D90

Trên Hình 1 là hình dạng và cấu trúc cánh bơm D90 được cấu tạo từ những phần tử riêng lẻ, tổ hợp và liên kết với nhau thông qua các điểm hàn. Đây chính là mô hình, là đầu bài cho việc tính toán chế độ hàn tiếp xúc (hàn điểm) phù hợp.

2.2. Tính toán xác định các thông số công nghệ hàn nhiều điểm dưới áp lực

2.2.1. Cơ sở xác định chế độ hàn

Để xác định được chế độ hàn cho chi tiết cánh bơm, cần căn cứ vào đặc tính của hàn tiếp xúc nhiều điểm và tính hàn, kích thước hình dạng vật liệu cơ bản của thép không gỉ SUS 304 [5].

► Đặc tính của hàn tiếp xúc như sau:

- Thành phần hóa học của vùng liên kết không thay đổi hoặc thay đổi không đáng kể;
- Áp lực lớn tác dụng lên chi tiết thực tế loại trừ sự hình thành rỗ;
- Có thể điều khiển trong phạm vi rộng áp lực, cho phép tạo trạng thái ứng suất thuận lợi và loại trừ các vết nứt;
- Mức độ biến dạng cục bộ tại điểm hàn lớn trong khoảng thời gian ngắn cho phép dễ dàng phá hủy và tách các màng oxit;
- Có thể dễ dàng liên kết các kim loại đồng nhất hoặc các hợp kim trên một nền.

► Tính hàn liên quan tới độ dày: Trong quá trình hàn, kim loại chịu tác dụng cơ nhiệt dẫn đến sự thay đổi đáng kể thành phần hóa học, cấu trúc và các tính của kim loại nguyên thủy.

Đối với mỗi kim loại cụ thể xác định được một chế độ tối ưu đảm bảo các liên kết với các kích thước yêu cầu và tính hàn tốt nhất (Bảng 1). Các kích thước định mức của các liên kết xác lập được khi chọn chế độ cần phải lớn hơn các kích thước tối thiểu $15 \div 20\%$. Khi hàn các chi tiết chiều dày khác nhau, sự nóng chảy tối thiểu của chi tiết mỏng phải không nhỏ hơn $20\% \delta$.

Bảng 1. Kích thước các liên kết khi hàn điểm và hàn mối, mm [10]

Độ dày chi tiết	Đường kính điểm hàn	Độ rộng mối hàn	Độ chập tối thiểu khi hàn		Bước điểm công nghệ tối thiểu		
Các giá trị tối thiểu			Hợp kim nhẹ	Thép hợp kim	HK nhẹ	Thép HK thấp	HK chống gỉ, bền nhiệt
0,3	2,5	2,0	8,0	6	8	7	5
0,5	3,0	2,5	10,0	8	11	10	7
1,0	4,0	3,5	12 - 14	12	14	12	10
1,5	6,0	5,5	16 - 18	14	20	14	12
2,0	7,0	6,5	18 - 20	16	25	18	14
3,0	9,0	8,0	24 - 26	20	35	24	18
4,0	11	10,0	28 - 30	26	45	32	24
5,0	13	12,0	34 - 36	34	55	40	30
6,0	15	14,0	38 - 43	44	65	52	40

2.2.2. Xác định các thông số ảnh hưởng tới chất lượng mối hàn

Trong quá trình hàn, có rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng mối hàn, mỗi yếu tố mang một thông số ảnh hưởng. Ta tiến hành phân tích một số thông số chính.

► **Nhiệt lượng:** Sự nung nóng chi tiết hàn trong hàn điện tiếp xúc được thực hiện bởi nguồn nhiệt do dòng điện chạy qua bề mặt tiếp xúc của chi tiết hàn trong một thời gian ngắn. Lượng nhiệt Q sinh ra trên phần kim loại giữa hai điện cực trong thời gian t được xác định theo định luật Jun-Lenxo:

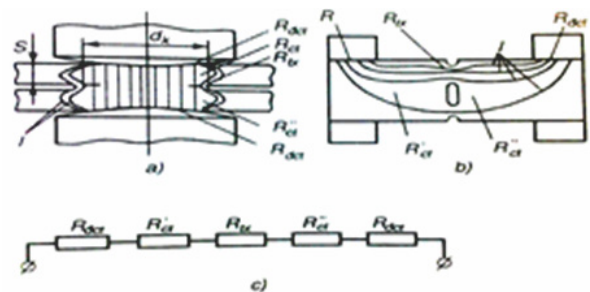
$$Q = \int_0^{t_h} I^2 R dt \quad (1)$$

$$\text{Hay } Q = \int_0^{t_h} IU dt \quad (2)$$

Nhiệt lượng Q có tác dụng, làm chảy kim loại tại điểm tiếp xúc của các vật hàn làm

cho chúng liên kết với nhau hình thành mối hàn điểm.

Từ công thức (1), (2) nhận thấy, Q chịu ảnh hưởng từ ba thông số chính là dòng hàn I , thời gian hàn t và điện trở toàn phần R hoặc điện áp hàn U . Quan hệ R , U , I cho từng dạng mối hàn được thể hiện trên Hình 2.



Hình 2. Điện trở tiếp xúc

Trong đó:

Hàn điểm (a); hàn giáp mối (b); lưới điện trở (c);

I – Dòng điện hàn; S – Chiều dày tấm hàn; d_k – Đường kính điện cực [9].

Việc tính toán nhiệt lượng Q phù hợp cho mỗi hàn có thể tính toán thông qua các thông số: R , I và t hoặc I , U và t .

Điện trở toàn phần được xác định theo sơ đồ Hình 2(c): $R = R_{tx} + 2R_{dct} + R'_{ct} + R''_{ct}$.

Trong đó:

- R_{tx} – Điện trở tiếp xúc của chi tiết với chi tiết;
- R_{dct} – Điện trở tiếp xúc giữa điện cực và chi tiết;
- R'_{ct} , R''_{ct} – Điện cực trở riêng của các chi tiết hàn.

Khi hàn các chi tiết dày bằng nhau (hoặc tiết diện bằng nhau) thì: $R'_{ct} = R''_{ct} = R_{ct}$.

Điện trở R_{tx} và R_{dct} phụ thuộc vào điện trở tiếp xúc giữa chúng và số lượng điểm tiếp xúc.

Giá trị Q cũng có thể tính gần đúng theo điều kiện trạng thái nhiệt vật liệu: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ (J), với:

- Q_1 là lượng nhiệt cần thiết để làm kim loại chảy (J);
- Q_2 là nhiệt lượng nung nóng ở vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn (J);
- Q_3 là nhiệt nung nóng điện cực hàn (J).

Trong đó, Q_1 là nhiệt lượng có ích, Q_2 , và Q_3 là nhiệt lượng vô ích, hay nhiệt lượng lãng phí. Giảm được Q_2 và Q_3 sẽ tích kiệm được năng lượng, vì theo biểu thức định luật Jun-Lenso thì nhiệt lượng tổng tỷ lệ thuận với cường độ dòng điện (dòng hàn).

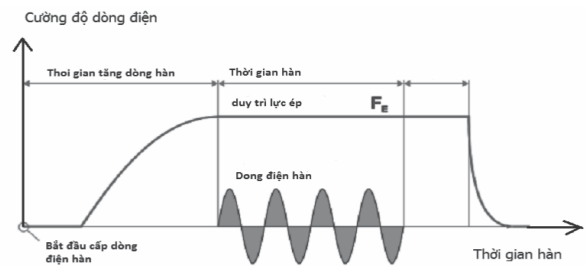
Từ Q , ta có thể xác định được dòng hàn theo công thức:

$$I = \sqrt{\frac{Q}{0,24kR_{ctc}t_h}} \text{ [A]}$$

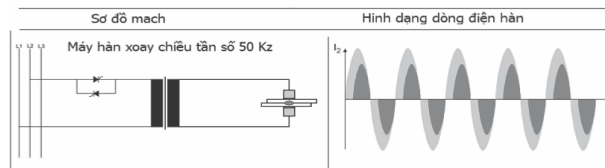
Ở đây: R_{ctc} – Điện trở của chi tiết ở giai đoạn cuối quá trình nung nóng, Ω ; k – Hệ số kể đến sự thay đổi điện trở trong quá trình hàn; t_h – Thời gian hàn (s).

► Dòng hàn: Dòng hàn là thông số chính tạo ra nhiệt lượng cần thiết để hình thành mỗi hàn.

Cường độ dòng điện hàn điện tiếp xúc có thể lên tới 20000 A, tỷ lệ thuận với bề dày của tấm thép cần hàn. Sử dụng 2 thyristor để thay đổi cường độ dòng điện hàn (Hình 3 và Hình 4).



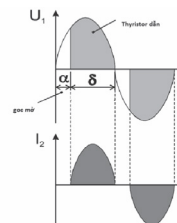
Hình 3. Trình tự của một quá trình hàn điểm



Hình 4. Dạng cường độ dòng điện hàn khi đóng, mở dùng thyristor

► Điện áp hàn: Quan hệ giữa dòng điện

và điện áp hàn: $Q = \int_0^{t_h} IU dt$; Công suất: $P = U.I$.



Hình 5. Dạng dòng điện sau khi qua thyristor

Điện áp hàn quá thấp sẽ tạo ra dòng hàn rất lớn có thể làm chảy thủng mối hàn. Điện áp hàn quá cao, dòng hàn sẽ nhỏ có thể sẽ không đạt được yêu cầu hình thành mối hàn và gây nguy hiểm cho người và thiết bị trong quá trình hàn. Thực tế chọn điện áp hàn điểm từ 4 đến 6 V (Hình 5).

► **Lực ép hàn:** Được thực hiện thông qua các xy-lanh khí nén ép điện cực hàn vào vật hàn và các chi tiết cần hàn với nhau. Lực này cần đủ lớn để tạo ra mối hàn. Lực ép phụ thuộc tính chất cơ lý của vật liệu hàn, kích thước tiết diện mối hàn. Lực ép được tính theo công thức: $F = S \cdot p$ [N]. Trong đó: S – Tiết diện trong xy-lanh; p – Áp suất khí nén.

► **Thời gian hàn:** Là thông số chính tạo ra nhiệt lượng cần thiết để hình thành mối hàn, thời gian ngắn không đủ nhiệt lượng cần thiết cho mối hàn mối hàn không ngấu, thời gian hàn dài, lượng nhiệt cung cấp cao mối hàn bị cháy, đứt các chi tiết cần hàn, gây oxy hóa mối hàn. Khi chiều dày vật hàn $\delta < 5\text{mm}$ có thể hàn với chế độ hàn cứng (t_h nhỏ), T_h cứng = $0,2 \div 1,5$ s. Khi chiều dày vật hàn $\delta \geq 5\text{mm}$ hoặc chế độ hàn mềm (t_h lớn), T_h mềm = $2 \div 3$ s.

► **Thời gian ép:** Là thời gian xy-lanh khí nén ép các chi tiết hàn trước khi phóng điện hàn, nhằm đảm bảo các chi tiết tiếp xúc nhau tránh hiện tượng phóng hồ quang tạo ra các khuyết tật mối hàn như rỗ, cháy đứt các chi tiết hàn.

► **Thời gian giữ nguội:** Là thời gian các xy-lanh khí nén tiếp tục ép khi đã kết thúc giai đoạn phóng dòng hàn để mối hàn ổn định chống lại sự đàn hồi của vật liệu. Thời gian quá ngắn, mối hàn không ngấu, dễ bị bong. Thời gian cho một mối hàn điện tiếp xúc bằng $0,1 \div 0,4$ (s), bao gồm thời gian ép, thời gian hàn, thời gian giữ nhiệt.

2.2.3. Xác định thông số chế độ hàn

Việc xác định các thông số hàn thích hợp cho hàn điểm là một vấn đề rất phức tạp. Một thay đổi nhỏ của một tham số sẽ có ảnh hưởng tới tất cả các thông số khác. Trong quá trình hàn, mặt tiếp xúc điện cực tăng dần, để thiết lập một bảng thông số hàn Bảng 2.

Bảng 2. Tiêu chuẩn các thông số hàn tiếp xúc điểm [9]

Độ dày tấm hàn, t [mm]	Áp lực, P [kN]	Cường độ dòng điện hàn, I [A]	Thời gian hàn [s]	Thời gian giữ [s]	Đường kính điện cực, d [mm]
0.63 + 0.63	2.00	8500	0,12	0,02	6
0.71 + 0.71	2.12	8750	0,14	0,02	6
0.80 + 0.80	2.24	9000	0,16	0,04	6
0.90 + 0.90	2.36	9250	0,18	0,04	6
1.00 + 1.00	2.50	9500	0,2	0,04	6
1.12 + 1.12	2.80	9750	0,22	0,04	6
1.25 + 1.25	3.15	10000	0,26	0,06	6-7
1.40 + 1.40	3.55	10300	0,28	0,06	6-7
1.50 + 1.50	3.65	10450	0,3	0,06	6-7
1.60 + 1.60	4.00	10600	0,32	0,06	6-7



1.80 + 1.80	4.50	10900	0,36	0,06	6-7
2.00 + 2.00	5.00	11200	0,46	0,08	7-8
2.24 + 2.24	5.30	11500	0.52	0,08	7-8
2.50 + 2.50	5.60	11800	0,6	0,1	8
2.80 + 2.80	6.00	12200	0,68	0,12	8
3.00 + 3.00	6.15	12350	0,76	0,12	8
3.15 + 3.15	6.30	12500	0,76	0,12	8

Các thông số về công nghệ hàn có ảnh hưởng rất lớn tới chất lượng mối hàn, để mối hàn đảm bảo chất lượng và năng suất hàn cao, các thông số phải được chọn sao cho phù hợp với kích thước và vật liệu cơ bản hàn (SUS 304).

***Các thông số cánh bơm D90:**

Vật liệu cánh: SUS 304; Độ dày cánh: 0,8 mm; Số lượng cánh: 6.

Số lượng điểm hàn trên mỗi cánh: 6.
Tổng cộng có 36 điểm hàn cùng một lúc.

Tiết diện mỗi điểm hàn là $0,8 \times 2 \text{ mm} = 1,6 \text{ mm}^2$. Tiết diện tổng sẽ là $1,6 \times 36 = 57,6 \text{ mm}^2$.

Quy tiết diện tổng về một tiết diện tròn, ta có đường kính khoảng 8 mm. Căn cứ vào Bảng 2, ta xác định được: Dòng hàn là $I = 12500 \text{ A}$; Lực ép là $P = 6,30 \text{ kN}$; Thời gian hàn và giữ của điểm hàn có độ dày 0,8 là: 0,16 s và 0,04 s.

***Xác định thông số chế độ hàn cánh bơm D90 (Bảng 3).**

Bảng 3. Bảng thông số chế độ hàn cánh bơm

Độ dày tấm hàn, t [mm]	Áp lực, P [kPa]	Cường độ dòng điện hàn, I [A]	Thời gian hàn [s]	Thời gian giữ [s]	Điện áp hàn [V]	Đường kính điện cực, d [mm]
1.20 + 0,80	4 ÷ 6,3	12500 ÷ 16500	0,16	0,04	4 ÷ 6	8

Theo bảng thông số công nghệ chế độ hàn Bảng 3 thì công suất của thiết bị hàn cần đạt: từ 50 ÷ 75 kVA.

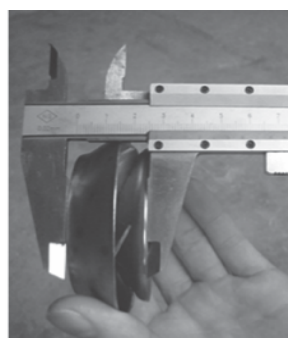
Từ các phân tích về cấu trúc cánh bơm, các đặc tính cơ - lý hàn điểm; căn cứ vào các tài liệu [1] ÷ [4] nhóm đề tài đã thiết kế được bộ đồ gá hàn đa điểm để hàn tổ hợp chế tạo cánh bơm D90 lắp ghép trên máy hàn điểm 2106B80 (ARO).

3. KẾT QUẢ

Trên Hình 6 là kết quả thực nghiệm hàn đa điểm cánh bơm D90 trên máy hàn điểm 2106B80. Thực hiện hàn 100% điểm hàn đồng thời theo tính toán. Sản phẩm cánh bơm D90 nhận được đạt hình dáng hình học và chất lượng yêu cầu.



Lắp đồ gá và thổi hàn trên máy hàn điểm



Kiểm tra chiều cao cánh bơm sau khi hàn



Kiểm tra độ tròn cánh bơm sau khi hàn



Kiểm tra mối hàn đa điểm

Hình 6. Thực hiện hàn đa điểm và kết quả hàn đa điểm chế tạo cánh bơm D90

4. KẾT LUẬN

1) Có thể áp dụng thiết bị hàn điểm 2106B80 (ARO) tại Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Công nghệ Hàn và Xử lý bề mặt, Viện Nghiên cứu Cơ khí để áp dụng.

2) Đề tài đã tính toán và xây dựng được chế độ hàn và quy trình công nghệ hàn hợp lý để thực hiện hàn 36 điểm, đồng thời chế tạo cánh bơm D90 đạt chất lượng.

3) Đây là thành công của một nghiên cứu ứng dụng công nghệ hàn điểm.

4) Là tài liệu tham khảo bổ ích cho các nhà chuyên môn và học sinh, sinh viên ngành hàn.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được hỗ trợ của Bộ Công Thương, Viện Nghiên cứu Cơ khí, Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Công nghệ Hàn và Xử lý bề mặt. ❖

Ngày nhận bài: **16/9/2024**

Ngày phản biện: **24/10/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Đặng Việt Cường, “*Sức bền vật liệu (Toàn tập)*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Trần Văn Địch, “*Sổ tay thép thế giới*”, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
- [3]. Hoàng Thị Bích Ngọc, “*Máy thủy khí cánh dẫn - Bơm ly tâm và Bơm hướng trục*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2012.
- [4]. Hoàng Tùng, “*Sổ tay hàn*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2007.
- [5]. Bryan P. Prucher, Patent 4476372, 09/10/1984, “*Spot welding electrode*”.
- [6]. Leslie A. Ford London, Patent 3592994, 01/06/1971, “*Spot-Welding Apparatus*”.