

# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ GIA NHIỆT PHỤC VỤ TRONG CÔNG NGHỆ HÀN 65kVA - 6 KÊNH

DESIGN, MANUFACTURE SYSTEM OF HEAT EQUIPMENT APPLIED IN WELDING TECHNOLOGY 65kVA - 6 CHANNELS

Ngô Trọng Bình<sup>1\*</sup>, Lê Thu Quý<sup>1</sup>, Ngô Văn Dũng<sup>1</sup>, Nguyễn Anh Dũng<sup>1</sup>, Lục Văn Thương<sup>1</sup>

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2024.002>

## TÓM TẮT

Bài báo trình bày cơ sở nghiên cứu tính toán thiết kế, chế tạo thiết bị gia nhiệt phục vụ trong ngành công nghệ hàn, nhóm tác giả đã chế tạo hệ thống thiết bị gia nhiệt mỗi hàn bằng phương pháp điện trở với kết cấu nhỏ gọn, cơ động trên mọi vị trí làm việc cũng như điều kiện tại công trường thi công, điều chỉnh nhiệt độ theo chu trình xử lý nhiệt, sử dụng thuận tiện trong thao tác vận hành... phù hợp với nhu cầu thực tế ở Việt Nam.

**Từ khóa:** Thiết bị gia nhiệt bằng điện trở, gia nhiệt mỗi hàn.

## ABSTRACT

The article presents the basis of research, calculation, design and manufacturing of heating equipment for the welding technology industry. Based on design calculations, the authors have fabricated a system of welding heating equipment by the resistance method with a compact structure, maneuverable in all working positions as well as in construction field conditions, temperature adjustment according to the heat treatment cycle, convenient using in operation... suitable for the actual needs in Vietnam.

**Keywords:** Resistance heating device, welding heater.

<sup>1</sup>Phòng thí nghiệm trọng điểm Công nghệ Hàn và Xử lý bề mặt, Viện Nghiên cứu Cơ khí

\*Email: trongbinh2000@gmail.com

Ngày nhận bài: 10/6/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 29/9/2023

Ngày chấp nhận đăng: 20/01/2024

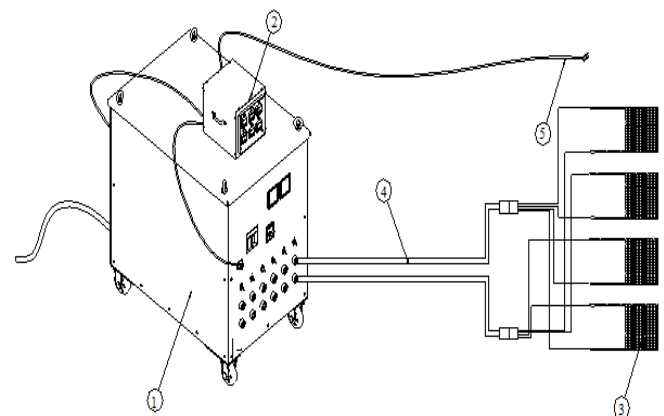
## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thiết bị công nghệ gia nhiệt bằng điện trở là phương pháp thuận tiện và có hiệu quả trong việc đảm bảo chất lượng mỗi hàn, khắc phục nút thắt và ứng suất dư của kết cấu bằng thép cacbon trung bình, thép hợp kim, tăng độ bền và tuổi thọ chi tiết. Ngoài ra, phương pháp trên còn có các ưu điểm nổi trội so với các phương pháp khác: cơ động trên mọi vị trí làm việc cũng như điều kiện tại công trường thi công, dễ dàng điều chỉnh nhiệt độ cấp lên chi tiết, sử dụng thuận tiện trong thao tác vận hành... do đó đây là thiết bị tiên tiến và hiện đang được áp dụng rộng rãi tại nhiều quốc gia phát triển. Với nhu cầu ứng dụng công nghệ và thiết bị xử lý nhiệt trong quá trình hàn các

kết cấu cơ khí trong các ngành công nghiệp (thủy điện, dầu khí, xi măng...) của các cơ sở sản xuất, nhà máy chế tạo cơ khí là hết sức cấp thiết, nhằm nâng cao chất lượng và tuổi thọ của chi tiết, giảm giá thành sản phẩm. Cho đến thời điểm thực hiện đề tài đã nêu, chưa có viện nghiên cứu hay trường đại học nào đặt vấn đề nghiên cứu chế tạo thiết bị này. Việc giải quyết được các vấn đề khoa học và công nghệ liên quan nói trên được tích hợp trong một thiết bị sẽ mang lại khả năng nội địa hóa các thiết bị công nghệ cao, đáp ứng nhu cầu phát triển hiện đại hóa của đất nước. Chính vì vậy, việc nghiên cứu thiết kế chế tạo thiết bị gia nhiệt phục vụ trong công nghệ hàn sẽ mang lại hiệu quả kinh tế, nâng cao chất lượng sản phẩm đồng thời góp phần chủ động về thiết bị cũng như linh kiện thay thế phục vụ nhu cầu sản xuất.

## 2. THIẾT KẾ CHẾ TẠO HỆ THỐNG THIẾT BỊ GIA NHIỆT MỖI HÀN BẰNG ĐIỆN TRỞ

### 2.1. Mô hình thiết kế tổng thể hệ thống thiết bị gia nhiệt



Hình 1. Mô hình tổng thể hệ thống thiết bị gia nhiệt bằng điện trở [1-5]

1 - Bộ nguồn gia nhiệt; 2 - Bộ điều khiển nhiệt độ tự động; 3 - Bộ tấm gia nhiệt điện trở bằng sứ cách điện; 4 - Cụm dây động lực và dây cáp điều khiển; 5 - Bộ can nhiệt phản hồi

Hình 1 là mô hình tổng thể hệ thống thiết bị gia nhiệt bằng điện trở.

\* **Các thông số kỹ thuật chính của thiết bị:**

- Công suất: 65kVA

- Điện áp nguồn đầu vào: 3 pha/ 380V/50Hz
  - Điện áp đầu ra: 60V
  - Số kênh cấp điện đầu ra: 6 kênh
  - Làm mát bằng quạt gió và di chuyển bằng bánh xe di động
  - Bộ điều khiển nhiệt độ tự động 6 kênh độc lập
  - Nguồn điều khiển: 110V
  - Phạm vi điều chỉnh nhiệt độ liên tục: tối đa 1200°C.
  - Bộ gia nhiệt bằng sứ cách điện: Công suất: 24 x 2,7kW;
- Điện áp vào: 60V

**\* Nguyên lý hoạt động chung của thiết bị:**

Hệ thống thiết bị gia nhiệt mỗi hàn bằng điện trở là thiết bị biến đổi điện năng thành nhiệt năng làm việc dựa trên cơ sở khi có một dòng điện chạy qua dây đốt có điện trở R trong thời gian t thì tại dây đốt (dây nung) sẽ tỏa ra lượng nhiệt năng và truyền tới chi tiết gia nhiệt theo phương thức dẫn nhiệt. Dòng điện càng lớn thì nhiệt năng làm nóng dây dẫn càng lớn, nếu điện trở dây dẫn càng lớn thì hiệu ứng nhiệt càng mạnh [6, 7].

Nguyên lý hoạt động của thiết bị dựa theo định luật Jun-Lenxơ:  $Q = I^2Rt$

Trong đó:

Q - Lượng nhiệt tỏa ra khi có dòng điện chạy qua dây đốt có điện trở R trong thời gian t (J);

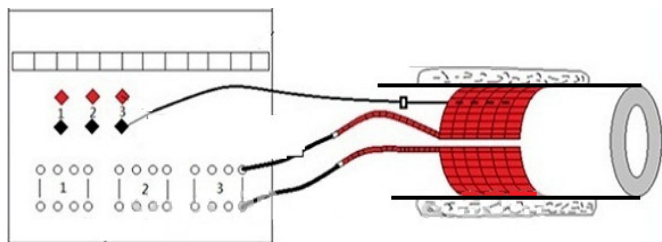
I - Dòng điện (A);

R - Điện trở của dây (Ω);

t - Thời gian (s).

Ta thấy, điện trở R đóng vai trò dây nung (phương pháp điện trở gián tiếp): Khi có dòng điện chạy qua điện trở sẽ tỏa ra nhiệt năng. Khi dây nung được nung nóng nó sẽ truyền nhiệt cho vật nung bằng bức xạ, đối lưu, dẫn nhiệt hoặc phức hợp. Nhiệt lượng tỏa ra trên dây dẫn phụ thuộc vào tiết diện, chiều dài của dây điện trở và công suất nguồn gia nhiệt. Đối với thiết bị gia nhiệt mà để tài nghiên cứu chế tạo thì bộ tấm chắn nhiệt bằng sứ cách điện là bộ phận đảm nhận chức năng của dây nung và truyền nhiệt tới vật nung qua lớp sứ cách điện.

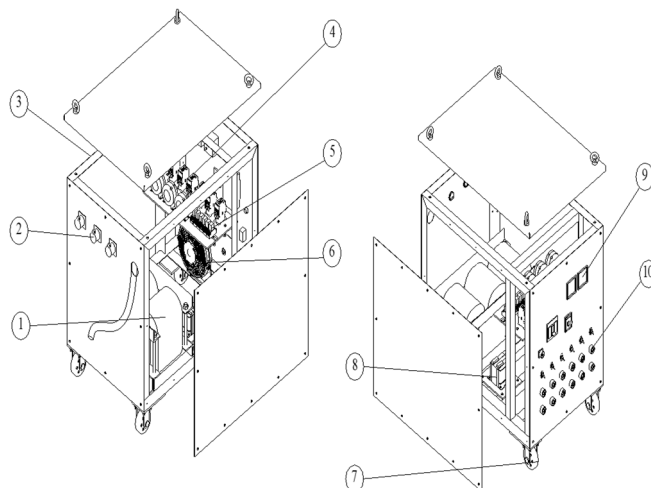
Sơ đồ nguyên lý làm việc chung của thiết bị được trình bày trên hình 2 như sau: Nguồn điện 3 pha /380V qua nguồn gia nhiệt với bộ phận chính là biến áp cho dòng đầu ra 3 pha với điện áp thấp (60 - 80V) được chia thành các kênh cấp nhiệt khác nhau phụ thuộc vào công suất tải và công suất tổng của máy biến áp.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của thiết bị gia nhiệt bằng điện trở

**2.2. Thiết kế bộ nguồn gia nhiệt**

Bộ nguồn gia nhiệt là bộ phận quan trọng nhất của thiết bị, có nhiệm vụ cung cấp nguồn điện, duy trì và ổn định công suất tải cấp cho hệ thống các tấm gia nhiệt bằng dây điện trở. Tùy thuộc vào công suất nhiệt của tải và số lượng các kênh nhiệt mà công suất nguồn được lựa chọn để đảm bảo hiệu suất trong quá trình làm việc. Sơ đồ kết cấu của bộ nguồn gia nhiệt được trình bày trên (hình 3) bao gồm các bộ phận chính sau [4, 10, 11]:



Hình 3. Sơ đồ kết cấu bộ nguồn gia nhiệt

1- Biến áp nguồn; 2- Ổ cắm nguồn điều khiển; 3- Khung nguồn; 4- Bộ khởi động từ cho 6 kênh đầu ra; 5- Bộ cảm biến nhiệt trung gian; 6- Quạt gió làm mát; 7- Bánh xe di động; 8- Bộ biến áp phụ; 9- Bộ đo áp vào và dòng điện ra; 10- Bộ giải kết nối động lực và công tắc cho 6 kênh

**Các thông số kỹ thuật của bộ nguồn gia nhiệt:**

- Công suất máy biến áp: 65kVA
- Nguồn điện vào: 3 pha/380V/50Hz
- Nguồn điện đầu ra: 60V
- Số kênh cấp điện đầu ra: 6 kênh
- Làm mát bằng quạt gió, di chuyển bằng bánh xe

**2.3. Thiết kế bộ điều khiển nhiệt độ tự động**

**\* Yêu cầu thiết kế bộ điều khiển**

Bộ điều khiển nhiệt độ của thiết bị có nhiệm vụ thiết lập, kiểm soát các tham số này theo đúng chu trình thông qua các cảm biến nhiệt độ và bộ điều khiển nhiệt độ.

**Các yêu cầu kỹ thuật của bộ điều khiển:**

- Nguồn điện đầu vào: 110V
- Số kênh điều khiển nhiệt độ: 6 kênh độc lập
- Điều khiển tự động các thông số nhiệt độ, thời gian theo chu trình gia nhiệt
- Dải nhiệt độ điều khiển đáp ứng từ 0 - 1200°C

**\* Thiết kế lựa chọn bộ điều khiển nhiệt độ của thiết bị gia nhiệt**

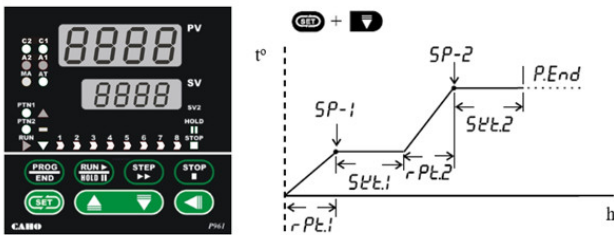
- Nghiên cứu lựa chọn bộ điều khiển nhiệt độ theo cách thức điều khiển PID. Bộ điều khiển nhiệt độ thông qua ngõ vào là tín hiệu 4 - 20mA hoặc 0 - 10VDC, 0 - 5VDC.

Để đáp ứng các điều yêu cầu về điều khiển bám sát theo chu trình, trên thị trường hiện nay có rất nhiều loại. Nhóm nghiên cứu đã thử nghiệm và lựa chọn được bộ điều khiển nhiệt độ của hãng CAHO như sau:

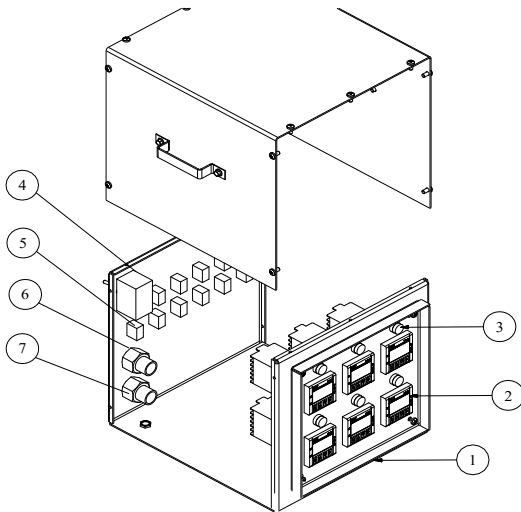
- Dây cảm biến nhiệt (Dây bù nhiệt): dùng để truyền thông tin tín hiệu từ dạng điện áp đến bộ điều khiển thành tín hiệu nhiệt độ hiện tại của vật. Đối với hệ thống hiện tại, với yêu cầu nhiệt độ tối đa 1200°C thì ta có thể lựa chọn dây bù nhiệt loại K. Dây bù nhiệt loại K là loại dây dẫn được sử dụng là dây đưa tín hiệu nhiệt từ các cảm biến nhiệt độ, can nhiệt K, Pt100, R, S... đến các thiết bị đo. Dây bù nhiệt có chức năng bù áp dạng (mV) đối với các loại Thermocouple, khi truyền tín hiệu đi xa sẽ dẫn đến hiện tượng sụt áp trên dây.

- Rơ le đóng ngắt: là phần tử chấp hành trong bộ điều khiển. Nó làm việc khi nhiệt độ chưa đạt ngưỡng đặt, còn tắt khi nhiệt độ đã đạt ngưỡng cài đặt. Với yêu cầu làm việc liên tục trong quá trình làm việc vì vậy nhóm đề tài đã lựa chọn loại rơ le bán dẫn loại 1 pha 200A.

- Nguồn nuôi cho bộ điều khiển với điện áp 110V.



Hình 4. Giao diện lập trình CAHO

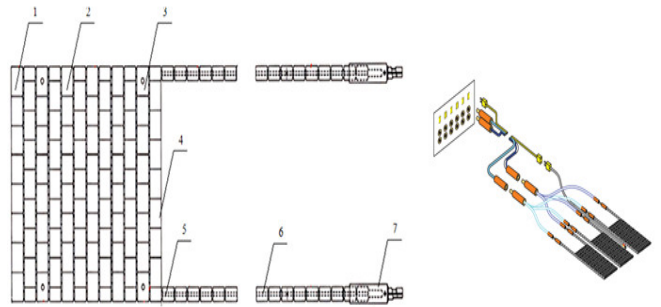


Hình 5. Sơ đồ cấu tạo bộ điều khiển nhiệt độ

1- Vỏ hộp điều khiển; 2- Bộ điều khiển; 3- Đèn báo tín hiệu điều khiển; 4- Công tắc tổng; 5- Giắc kết nối can nhiệt; 6- Ổ cắm kết nối điều khiển tới bộ rơ le nhiệt; 7- Ổ cắm kết nối nguồn điều khiển

**2.4. Thiết kế bộ các tấm gia nhiệt điện trở bằng sứ cách điện [11, 12]**

- Đặc điểm cấu tạo của tấm gia nhiệt điện trở: Cấu tạo tấm gia nhiệt điện trở triển khai nghiên cứu thể hiện trong hình 6.



Hình 6. Đặc điểm cấu tạo và nguyên lý làm việc của tấm gia nhiệt

1- Hạt kết nối đầu; 2- Hạt kết nối chính; 3- Hạt có lỗ tỏa nhiệt; 4- Hạt kết nối cuối; 5- Hạt đuôi; 6- Dây điện trở; 7- Rắc kết nối với nguồn gia nhiệt

- Thông số kỹ thuật của tấm gia nhiệt điện trở:

+ Công suất: 2,7kW

+ Điện áp cấp: 60V

+ Điều kiện làm việc: chịu nhiệt độ cao đến 1200°C

+ Dây điện trở: Vật liệu: Ni20Cr;  $\phi$  2,5mm; L = 6m

+ Hạt sứ cách điện: vật liệu ceramic

**3. THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ**

Sau khi hệ thống thiết bị gia nhiệt đã được chế tạo và lắp ráp hoàn chỉnh, các tác giả tiến hành vận hành chạy thử nghiệm để đánh giá chất lượng và các thông số tính năng kỹ thuật.



Hình 7. Thực hiện gia nhiệt mới hàn theo quy trình xử lý nhiệt

**\* Đánh giá, kiểm tra các thông số kỹ thuật thiết bị:**

Trong quá trình vận hành thiết bị gia nhiệt trên vật mẫu, nhóm tác giả cùng với Trung tâm tư vấn và Kiểm định Việt Nam tiến hành kiểm tra và đánh giá các thông số kỹ thuật trên các thiết bị đo chuyên dụng.

- Đánh giá:

+ Hệ thống thiết bị gia nhiệt được vận hành đạt các yêu cầu về thông số kỹ thuật và tính năng hoạt động.

+ Thiết bị đảm bảo được các thông số gia nhiệt đặt ra như: nhiệt độ, thời gian và tốc độ xử lý.

+ Với khả năng cơ động thiết bị có thể đáp ứng tại mọi vị trí làm việc tại các công trường.

- Kiểm tra thông số kỹ thuật của hệ thống thiết bị gia nhiệt như sau:

- + Công suất nguồn đạt: 65kVA
- + Điện áp đầu vào: 3 pha/380V/50Hz
- + Dòng đầu ra: 60 - 65V/165-180A
- + Số kênh nhiệt độ: 6 kênh
- + Bộ điều khiển tự động lập trình nhiệt độ theo thời gian cho 6 kênh độc lập
- + Công suất gia nhiệt tấm điện trở: 24x2,7kW

#### 4. KẾT LUẬN

- Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thành công và đưa vào vận hành thử nghiệm 01 hệ thống thiết bị gia nhiệt mỗi hàn bằng điện trở, công suất 65kVA với 6 kênh điều khiển nhiệt độ độc lập.

- Kết quả thực nghiệm, đánh giá chất lượng của thiết bị thông qua tiêu chí: thực hiện gia nhiệt theo quy trình xử lý nhiệt mối hàn, đảm bảo độ ổn định trong quá trình làm việc, khả năng cơ động, dễ dàng thao tác trong vận hành và đáp ứng các chỉ tiêu kỹ thuật của thiết bị.

#### LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí từ Bộ Công Thương, mã số đề tài 001.16.PTNTĐ/HĐ-KHCN.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hoang Tung, Nguyen Thuc Ha, Ngo Le Thong, Chu Van Khang, *Cam nang han. Science and Technics Publishing House, Hanoi, 2005.*
- [2]. Ngo Le Thong, *Cong nghe han dien nong chay (tap 1,2). Science and Technics Publishing House, Hanoi, 2004 - 2006.*
- [3]. Hoang Van Chau, "Nghiên cứu công nghệ hàn tu động trong không gian nhiều chiều có điều khiển theo chương trình sơ phục vụ cho việc hàn vỏ tàu và thiết bị hoa dầu," *KC.05.09 Science Project, Hanoi, 2006.*
- [4]. Phan Tu Thu, *Thiet ke may bien ap dien luc. Science and Technics Publishing House, Hanoi, 2002*
- [5]. Huynh Thai Hoang, *Ly thuyet dieu khien tu dong. Ho Chi Minh City University of Technology, 2002.*
- [6]. Mohr W., "Post-weld heat treatment: A review. Inspection, assessment, and repair of welded structures and components," *10th Annual North American Welding Research Conference, Ohio, 1994.*
- [7]. Salkin R V., "The desirability of unifying ideas and codes on stress relief thermal heat treatments," *FWP Journal, Part 1 Nov.1988 27-34, Part 2 Dec. 1988 5-13.*
- [8]. Stork Thermal and Inspection Services ([www.stork.com](http://www.stork.com))
- [9]. ElectroHeat Sweden AB ([www.electroheat.se](http://www.electroheat.se))
- [10]. Bolttech Mannings ([www.mannings.uk.com](http://www.mannings.uk.com))
- [11]. Thermoprozess ([www.thermoprozess.de](http://www.thermoprozess.de))
- [12]. Termoproces ([www.termoproces.com](http://www.termoproces.com))

#### AUTHORS INFORMATION

**Ngo Trong Binh, Le Thu Quy, Ngo Van Dzung, Nguyen Anh Dzung, Luc Van Thuong**

National Key Laboratory For Welding And Surface Treatment Technologies, National Research Institute of Mechanical Engineering, Vietnam