

THIẾT KẾ MÁY HÀN HƠI SỬ DỤNG KHÍ HYDROXYL (HHO)

DESIGN OF WELDING MACHINE USING HYDROXYL GAS (HHO)

Võ Anh Vũ¹, Lê Khắc Bình^{2*}, Nguyễn Võ Đạo¹, Huỳnh Bá Vang¹, Võ Như Tùng¹,
Nguyễn Xuân Sơn¹, Nguyễn Tấn Minh¹

¹Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, Việt Nam

²Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ / Corresponding author: khacbinhvute@yahoo.com

(Nhận bài / Received: 12/7/2024; Sửa bài / Revised: 09/9/2024; Chấp nhận đăng / Accepted: 27/9/2024)

Tóm tắt - Ngày nay, nghiên cứu về nguồn năng lượng từ nước đang phát triển mạnh mẽ. Khí hydroxyl (HHO) được tạo ra bằng quá trình điện phân nước. Đây là một khí hỗn hợp với thành phần không đổi, bao gồm 2 nguyên tử hydrogen và 1 nguyên tử oxy, với những đặc tính như tiết kiệm năng lượng, hiệu quả và thân thiện với môi trường hơn so với khí acetylene và LPG, những loại khí thông thường được sử dụng trong máy hàn. Bài báo này chủ yếu tập trung vào việc thiết kế và chế tạo máy hàn sử dụng khí hydroxyl (HHO) với mục tiêu tạo ra khí hydroxyl để thay thế cho khí acetylene thông thường trong quá trình hàn và cắt kim loại. Hiệu suất tạo khí hydroxyl được đo đạc trong nhiều điều kiện khác nhau. Máy hàn này có lưu lượng khí lớn nhất là 9,731l/p; dòng điện 30A; cùng với điện áp 60V.

Từ khóa - Khí hydroxyl; máy hàn; điện phân kiểu khô; khí acetylene; Hydrogen.

1. Giới thiệu

Nhu cầu nhiên liệu ngày càng tăng, dẫn đến sự tăng giá của dầu thô và các loại khí sử dụng trong động cơ đốt trong, cũng như một số thiết bị sản xuất như khí Acetylene (C_2H_2), được ưa chuộng trong quá trình hàn và cắt kim loại, và đang ngày càng trở nên đắt đỏ. Hơn nữa, lượng khí carbon dioxide trong bầu khí quyển ngày càng gia tăng không ngừng. Vì vậy, chúng ta cần triển khai các nguồn năng lượng tái tạo với mức độ phát thải carbon thấp hoặc thậm chí không có, như nhiên liệu hydrogen. Hydrogen có mật độ năng lượng thấp theo thể tích, và nó khó lỏng, đòi hỏi thiết bị lưu trữ đặc biệt. Phương án sử dụng hydrogen trong hỗn hợp khí với oxygen (gọi là khí hydroxyl, HHO) đã thu hút sự quan tâm của giới khoa học trong những năm gần đây. Khí hydroxyl (HHO), được tạo ra thông qua quá trình điện phân nước, là một nguồn năng lượng tiềm năng có thể thay thế cho các nguồn năng lượng truyền thống với lượng phát thải carbon ít. Trong quá trình cháy, khí hydroxyl có thể đốt cháy hoàn toàn mà không cần thêm oxygen. Việc bổ sung thêm oxygen có thể tạo ra các chất gây ô nhiễm và ảnh hưởng đến chất lượng không khí. Do đó, khí hydroxyl có thể sử dụng trong không gian hạn chế, như phòng kín, mà không đe dọa đến an toàn của người vận hành. Sử dụng khí hydroxyl làm nguồn năng lượng thay thế đang dần trở nên phổ biến trong nhiều lĩnh vực công nghiệp.

Phát triển máy hàn sử dụng khí hydroxyl giúp giảm nhu cầu sử dụng nguồn năng lượng truyền thống và giảm lượng

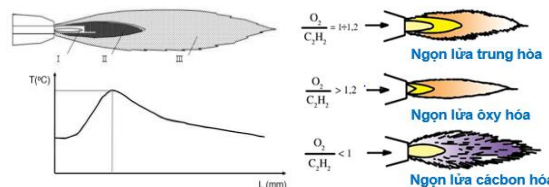
Abstract - Today, research on energy sources from water is advancing strongly. Hydroxyl gas (HHO) is generated through the electrolysis of water. It is a mixed gas with a consistent composition of 2 hydrogen atoms and 1 oxygen atom. Hydroxyl gas possesses characteristics such as energy efficiency and environmental friendliness, making it a more sustainable option compared to acetylene and LPG - gases commonly used in welding machines. This paper focuses on the design and manufacture of welding machines using hydroxyl gas (HHO) with the goal of creating hydroxyl gas (HHO) to replace conventional acetylene gas in the process of welding and cutting metal. Hydroxyl gas generation efficiency was measured under various conditions. This welding machine has a maximum gas flow of 9.731l/p, a current of 30A, and a voltage of 60V.

Key words - Hydroxyl gas; welding machine; dry cell electrolyser; gas acetylene; Hydrogen.

khí thải carbon dioxide, từ đó góp phần vào bảo vệ môi trường và sử dụng nhiên liệu tái tạo.

Hàn khí là quá trình vật hàn và que hàn được nung nóng đến trạng thái phù hợp để hàn bằng ngọn lửa được tạo ra từ khí đốt (C_2H_2 , CH_4 , C_6H_6 ...) có O_2 . Thông dụng nhất là hàn bằng khí oxy - acetylene vì nhiệt sinh ra do phản ứng cháy của hai khí này lớn và tập trung, tạo thành ngọn lửa có nhiệt độ cao ($3200^\circ C$). Các loại khí tự nhiên khác có tính chất về khả năng tự bốc cháy, nhiệt giải phóng từ phản ứng cháy tương tự acetylene nhưng ở mức độ thấp hơn. Các ứng dụng của chúng vượt ra ngoài phạm vi hẹp vì chúng an toàn hơn và ít gây cháy nổ, từ đó giúp việc lưu trữ trở nên dễ dàng và tiết kiệm hơn.

Căn cứ theo tỷ lệ của hỗn hợp khí hàn, ngọn lửa hàn có thể chia thành ba loại: ngọn lửa bình thường, ngọn lửa oxy hóa và ngọn lửa carbon hóa. Mỗi loại lại có thể chia thành 3 vùng: vùng hạt nhân (màu sáng trắng), vùng hoàn nguyên (màu sáng vàng), và vùng oxy hóa (màu vàng sẫm có khói) [1-2].



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc ngọn lửa hàn

¹ The University of Danang - University of Science and Technology, Vietnam (Vo Anh Vu, Nguyen Vo Dao, Huynh Ba Vang, Vo Nhu Tung, Nguyen Xuan Son, Nguyen Tan Minh)

² Vinh University of Technology Education, Vietnam (Le Khắc Bình)

Oxygen là chất khí cần cho sự cháy, không màu, không mùi, nhẹ hơn không khí, nó chiếm 21% thể tích không khí. Oxygen dùng trong hàn khí là oxygen kỹ thuật có độ tinh khiết 98,5 – 99,5% và khoảng 0,5 – 1,5% tạp chất (N₂, Ar).

Acetylene là khí cháy, công thức hóa học là C₂H₂. Acetylene là chất không màu, nhẹ hơn không khí và có mùi hắc khi ở nguyên chất, nó dễ cháy và dễ gây nổ. Hít trong thời gian dài có thể gây ra cảm giác chóng mặt, buồn nôn và nguy cơ bị nhiễm độc.

Hydrogen là một nguyên tố hóa học trong bảng tuần hoàn với số nguyên tử là 1 và nguyên tử khối là khoảng 1 đvC. Hydrogen là một chất riêng biệt và khi bị đốt trong không khí nó tạo ra sản phẩm là nước. Ở nhiệt độ và áp suất tiêu chuẩn hydrogen là một khí lưỡng nguyên tử có công thức phân tử H₂, không màu, không mùi, dễ bắt cháy, có nhiệt độ sôi 20,27 K (-252,87°C) và nhiệt độ nóng chảy 14,02 K (-259,14°C). Tinh thể hydrogen có cấu trúc lục phương, có hóa trị 1 và có thể phản ứng với hầu hết các nguyên tố hóa học khác. Khí hydrogen có tính cháy cao và sẽ cháy trong không khí trong khoảng nồng độ thể tích từ 4% đến 75%. Khí hydroxyl hay khí HHO là hỗn hợp của khí hydrogen (H₂) và khí oxygen (O₂) theo tỷ lệ thể tích 2:1, được sản xuất từ nước bằng phương pháp điện phân [3].

Khí HHO là sản phẩm của quá trình điện phân nước nên khí HHO có thành phần chính là hydrogen, còn oxygen là khí tham gia phản ứng cháy nên khí HHO có tính chất tương tự như khí hydrogen, về cơ bản quá trình cháy của khí hydrogen chiếm chủ yếu trong khí HHO cho nên tính chất chủ yếu của khí HHO là các tính chất của khí hydrogen. Phương pháp này dùng nước để tạo ra lửa thông qua hệ thống điện phân, được thiết kế để sử dụng các nguồn cung cấp điện và nước. Khi đó, nước sẽ được tách thành khí hydrogen và oxygen rồi đưa vào một ngọn đuốc và tạo thành lửa. Ngọn lửa từ hệ thống này có nhiệt độ thấp hơn và dễ kiểm soát hơn so với ngọn lửa nóng hình thành từ khí oxy kết hợp với propan hoặc acetylene, thường được sử dụng trong hàn xì hoặc các ứng dụng công nghiệp khác cần sử dụng lửa [4].

Lợi ích của hệ thống mới là ngọn đuốc sinh ra lửa luôn lạnh và không bị nóng trong quá trình sử dụng vì lửa được sinh ra và bốc cháy bên ngoài ngọn đuốc. Ngọn lửa sẽ vẫn giữ trạng thái lạnh ngay cả sau khi ngừng sử dụng, vì vậy có thể đặt ở bất cứ vị trí nào mong muốn. Việc sử dụng acetylene để tạo ra lửa theo phương pháp thông thường đã bị cấm ở những nơi dễ rò rỉ khí vì dễ gây nguy hiểm và bất tiện. Các ngọn lửa nóng được tạo ra theo cách này cũng yêu cầu phải cẩn thận khi tiếp xúc với các kim loại nhạy cảm như nhôm.

Bảng 1. So sánh HHO với acetylene [5]

Tính chất	Acetylene	Khí H ₂
Công thức hóa học	C ₂ H ₂	H ₂
Khối lượng phân tử (g/mol)	26,037	0,0838
Tốc độ cháy (cm/s)	133 (cao nhất khi cháy với tỷ lệ C ₂ H ₂ :O ₂ 1:1,2)	237
Nhiệt độ bốc cháy(°K)	598	858
Năng suất tỏa nhiệt (MJ/kg)	54,6	120
Trọng lượng riêng(kg/cm ³)	26,037	0,0838

Bảng 1 so sánh HHO với acetylene chúng ta thấy, so với acetylene được sử dụng phổ biến ngày nay, thì HHO có năng suất tỏa nhiệt (nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy hoàn

toàn 1 kg nhiên liệu) lớn hơn, do đó với cùng một lượng nhiên liệu dùng để đốt thì HHO sinh ra nhiều nhiệt lượng hơn vì vậy sử dụng HHO tiết kiệm hơn.

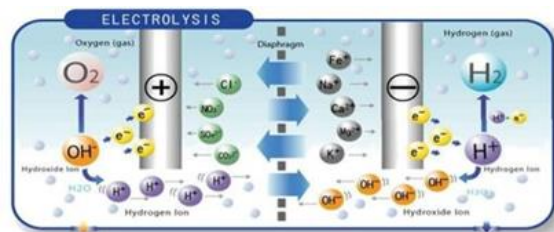
Bảng 2. So sánh HHO với dầu mỏ [6]

Tính chất	Dầu mỏ	Khí HHO
Công thức hóa học	C ₈ H ₁₈	H ₂
Khối lượng phân tử (g/mol)	721-785	0,0838
Tốc độ cháy (cm/s)	41,5	237
Nhiệt độ bốc cháy (°K)	533-733	858
Chỉ số octan	92-98	130
Nhiệt trị (MJ/kg)	44	120
Trọng lượng riêng (kg/cm ³)	721-785	0,0838

Bảng 2 so sánh HHO với dầu mỏ cho thấy, so với dầu mỏ một loại nhiên liệu hoá thạch được sử dụng phổ biến ngày nay thì nhiệt trị lớn hơn, do đó cùng một lượng nhiên liệu dùng để đốt thì HHO sinh ra nhiều nhiệt lượng hơn vì vậy sử dụng HHO tiết kiệm hơn.

2. Tính toán, chế tạo máy hàn sử dụng hydroxyl (HHO)

2.1. Nguyên lý tạo khí HHO



Hình 2. Nguyên lý tạo khí HHO

Khí HHO là một sự kết hợp của hai loại khí hydrogen H₂ và oxygen O₂. Phương trình hóa học đơn giản để chuyển đổi của nước (chất lỏng) thành HHO (khí) có thể được viết như sau:



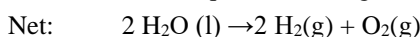
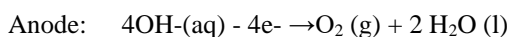
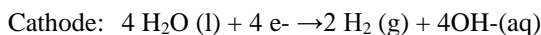
Với sự giúp đỡ của dòng điện một chiều tới các tế bào điện phân để phân tách nước thành hydrogen và oxygen.



Quá trình hóa học có thể dễ dàng tăng tốc độ bằng cách sử dụng chất xúc tác và trong quá trình các chất xúc tác được chọn không thay đổi thuộc tính của nó. Mục đích chính của các chất xúc tác là để làm giảm lượng năng lượng cần thiết để chuyển đổi. Phương trình hóa học mô tả các chức năng của chất xúc tác:



Kết quả là, hydrogen (H₂) cũng như oxygen (O₂) sẽ được sản xuất trong khi tách nước. Quá trình hóa học sau đây sẽ xảy ra:

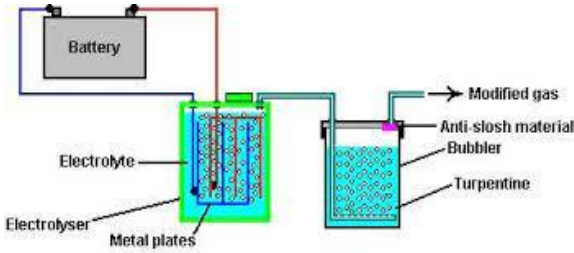


2.2. Phân tích các phương án sinh khí hydroxyl

2.2.1. Bình sinh khí kiểu ướt [7]

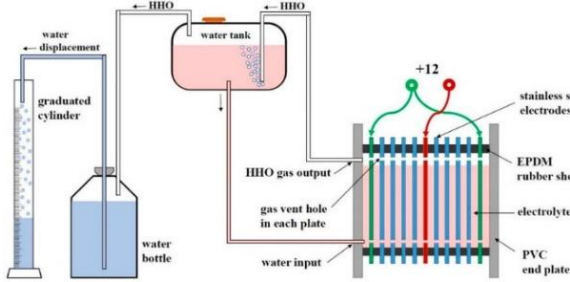
Cấu tạo bởi các tấm điện cực (và tấm trung tính) được nhúng ngập trong dung dịch điện phân. Ưu điểm của phương pháp này là cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, chi phí

sản xuất rẻ. Tuy nhiên, nhược điểm là tuổi thọ thấp, nhanh nóng, hiệu suất thấp hơn loại khô.



Hình 3. Bộ điện phân kiểu ướt

2.2.2. Bình sinh khí kiểu khô [8]



Hình 4. Bộ điện phân khô kiểu tấm

Các tấm điện cực (các tấm trung tính) không ngập vào chất điện phân mà thay vào đó các cạnh xung quanh của tấm điện cực được bọc kín, giữ cho dung dịch điện phân không rò rỉ xung quanh các cạnh của đĩa. Phương pháp này có ưu điểm là dễ vệ sinh bảo dưỡng, tuổi thọ, thời gian hoạt động liên tục dài hơn và ít nóng hơn so với bộ ướt, hiệu suất cao hơn. Nhược điểm là chi phí sản xuất cao, cấu tạo phức tạp, khá cồng kềnh.

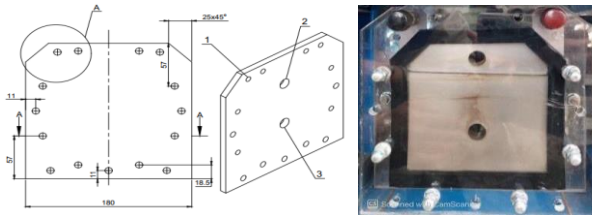
2.2.3. Chọn phương án sinh khí HHO

Sau khi phân tích ưu nhược điểm của các phương án, nghiên cứu chọn phương án sinh khí kiểu khô.

2.3. Chế tạo các tấm điện cực

2.3.1. Thiết kế tấm giữ

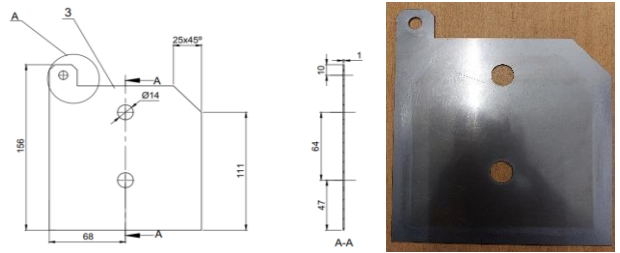
Các tấm giữ được làm bằng vật liệu mica cách điện, cứng, không thấm nước hình vuông kích thước 180 mm x 180 mm dày 10 mm. Đặc điểm kỹ thuật: trọng lượng nhẹ, chịu được lực tác động lớn, không thấm nước, cách điện, cách nhiệt, không độc hại. Trên các tấm giữ có khoan các lỗ đường kính Ø6,2mm để kết nối với hệ thống bình chứa dung dịch điện phân và lỗ để khí HHO thoát ra trong buồng điện phân trở về lại các bình chứa như Hình 5.



Hình 5. Các tấm giữ

2.3.2. Tấm trung tính

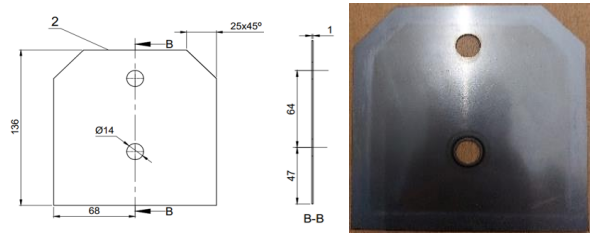
Các tấm trung tính có kích thước 140x140mm như Hình 5. Các lỗ Ø14mm phải được gia công với độ chính xác cao để lúc lắp ráp tạo thành các đường thông suốt với nhau giúp cho khí thoát ra nhanh hơn.



Hình 6. Tấm trung tính

2.3.3. Tấm điện cực

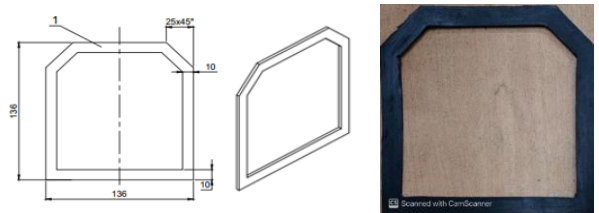
Các tấm trung tính có kích thước 140x140 mm được vát góc như Hình 7, góc còn lại để kết nối với 2 cực của nguồn. Cũng giống như tấm trung tính, các lỗ Ø14mm phải được gia công với độ chính xác cao để khi lắp ráp tạo thành các đường thông suốt với nhau giúp cho khí thoát ra nhanh hơn.



Hình 7. Tấm điện cực

2.3.4. Tấm cách điện

Các tấm cách điện có hình dáng và kích thước như Hình 8 được làm từ các tấm silicon dày 2mm dùng để cách ly dung dịch điện phân với các cạnh của tấm điện cực và các kết nối với dòng điện.



Hình 8. Tấm cách điện

2.3.5. Khoảng cách giữa các tấm điện cực

Nếu nước là một chất cách điện, sau đó ta thêm nước nhiều hơn vào giữa các tấm điện cực, dẫn đến điện trở kháng giữa các tấm sẽ tăng lên. Theo như định luật Ohm thì khi điện trở kháng tăng và hiệu điện thế không đổi dẫn tới cường độ dòng điện giảm. Cường độ dòng điện ảnh hưởng đến quá trình sản xuất khí HHO. Nếu khoảng cách giữa các tấm xa, dòng điện truyền qua các tấm gần như không có và lúc đó thiết bị coi như vô dụng.

Nếu ta thêm các chất điện phân vào nước, điều này làm cho điện trở kháng giữa các tấm giảm xuống dẫn đến cường độ dòng điện qua các tấm tăng lên điều này có lợi cho việc sản xuất khí HHO. Khoảng cách giữa các tấm điện cực càng lớn thì hiệu quả trong việc sản xuất khí HHO sẽ giảm xuống. Khi mà khoảng cách giữa các tấm điện cực tăng lên thì cần phải có một lượng điện lớn hơn mới đủ thực hiện quá trình điện phân. Thường thì khoảng cách giữa các tấm là 0,15 cm. Khoảng cách giữa các tấm càng gần thì hiệu quả càng cao nhưng nếu gần quá thì trong quá trình điện phân bọt khí xuất hiện trong quá trình điện phân sẽ làm

xuất hiện các khoảng không khí điều này làm dòng điện truyền qua nước sẽ ít đi dẫn đến quá trình điện phân kém hiệu quả. Ngoài ra, giữa các tấm điện cực còn có các tấm cách điện để ngăn cách dung dịch điện phân với các kết nối với dòng điện, vì vậy nếu khoảng cách giữa các tấm quá gần thì các tấm này sẽ rất mỏng dẫn đến khi điện phân sẽ không đảm bảo được tính năng ngăn cách dung dịch điện phân của nó, dung dịch điện phân có thể bị rò rỉ ra ngoài.

2.4. Thiết kế bình chứa dung dịch và bình khí

Bình lọc khí cần có tính mềm dẻo, chịu được một chút rung động và áp lực. Bình lọc khí chứa gần đầy nước, ống khí HHO đến từ máy nên luôn luôn được nhúng dưới cùng của mực nước. Ống khí ra được thiết kế trên cùng của bình. Bình lọc khí này giải quyết hai vấn đề quan trọng như các bọt khí HHO tạo ra được lọc sạch hóa chất trong quá trình điện phân và một chức năng quan trọng là bảo vệ máy phát khỏi ảnh hưởng của sự cháy ngược vào bình chứa khí có sự cố.

Nước tinh khiết thì không dẫn điện vì vậy cần phải thêm một số chất xúc tác nhằm làm tăng hiệu suất của quá trình này. Chất xúc tác có tác dụng làm giảm điện trở kháng của nước. Chất xúc tác được lựa chọn là NaOH. Ta chỉ cần bỏ chất xúc tác vào nước lần đầu tiên những lần sau khi dung dịch điện phân cạn dần ta chỉ cần thêm nước vào vì trong quá trình điện phân chất xúc tác không mất đi. Nghiên cứu chọn chất phụ gia là NaOH với 10% theo khối lượng [9-10].



Hình 9. Bình chứa nước và bình lọc khí

2.5. Tính toán chọn nguồn điện và lượng khí thoát ra

2.5.1. Tính chọn nguồn điện

Dry cell bao gồm các tấm điện cực được sắp xếp như sau: một tấm dương P nối với cực (+) của nguồn điện và một tấm âm N nối với cực (-) của nguồn điện, giữa P và N là các tấm trung tính được tạo thành bằng cách sắp song song các tấm điện cực và giữa các tấm điện cực này được ngăn cách bằng các ngăn nước, các tấm trung tính này không được kết nối với dòng điện. Tác dụng của tấm trung tính là làm giảm điện áp của nguồn điện, điện áp được cấp vào Cell được tính theo công thức (4):

$$U = a * X \tag{4}$$

Trong đó: X là số khe nước của Dry Cell; a là điện áp giữa hai tấm điện cực, a = 1,85 ~ 2V.

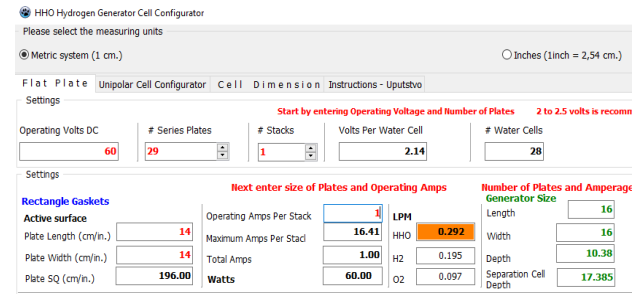
Nghiên cứu chọn 29 tấm kim loại thì số khe nước X = 28. Áp dụng vào công thức (4) ta được:

$$U = (1,85 \sim 2) * 28 = 51,8 \sim 56 \text{ (V)}$$

Như vậy, nghiên cứu sử dụng một bộ nguồn một chiều có điện áp trong khoảng 51,8V đến 60V.

2.5.2. Tính toán lượng khí thoát ra

Để tính lượng khí hydroxyl thoát ra, nghiên cứu sử dụng phần mềm HHO Hydrogen Generator Cell Configurator [10]. Hình 10 là giao diện phần mềm tính toán lượng khí thoát ra theo lý thuyết.

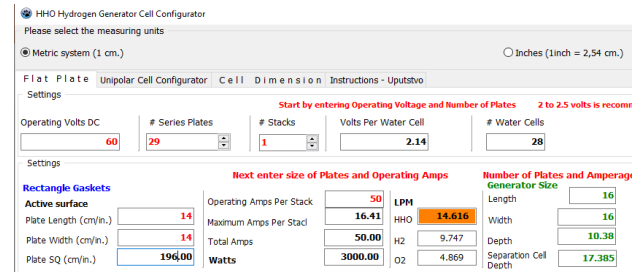


Hình 10. Lượng khí thoát ra theo lý thuyết

❖ Cách nhập số liệu như sau:

- Operating Volts DC: nhập điện áp đang sử dụng.
- Series Plates: nhập số tấm kim loại của Dry Cell.
- Stacks: số lượng Cell.
- Plate Length: nhập chiều dài của tấm kim loại.
- Plate Width: nhập chiều rộng của tấm kim loại.
- Operating Amps Per Stack: nhập giá trị dòng điện đang sử dụng.

Phần mềm sẽ đưa ra cho chúng ta kết quả ở HHO là: 14,616 LPM (liter per munits) với dòng điện 50A, 60V được thể hiện Hình 11. Bảng 3 thể hiện Lưu lượng khí HHO, hydrogen, oxygen tính theo lý thuyết có dòng điện từ 0 đến 50A.



Hình 11. Lượng khí thoát ra theo lý thuyết

Bảng 3. Lưu lượng khí hydroxyl, hydrogen, Oxygen tính theo lý thuyết

I (A)	Q _{It-HHO} (l/p)	Q _{It-H2} (l/p)	Q _{It-O} (l/p)
0	0	0	0
5	1,462	0,975	0,487
10	2,923	1,949	0,974
15	4,677	3,118	1,559
20	5,846	3,897	1,949
25	7,308	4,872	2,436
30	9,062	6,041	3,021
35	10,231	6,821	3,410
40	11,693	7,795	3,898
45	13,154	8,769	4,385
50	14,616	9,744	4,872

2.6. Bộ chuyển đổi điện áp

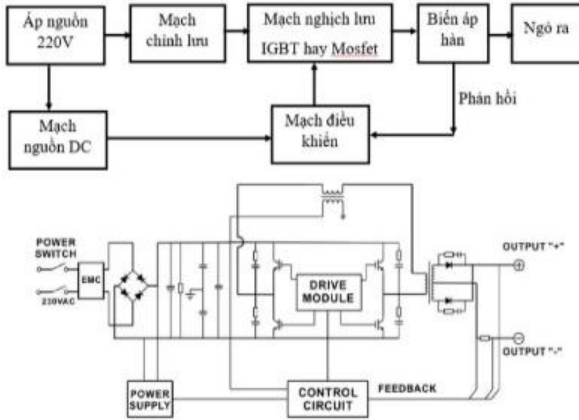
Để đáp ứng nhu cầu và điện áp 60V và 30A, đề tài sử dụng bộ chuyển đổi điện áp và có thể điều chỉnh dòng ampe

từ 0A-100A [10]. Hình 12 giới thiệu bộ chuyển đổi điện áp AC-DC.



Điện áp vào: 220V
 Tần số: 50Hz
 Điện áp ra: 60V
 Dòng điện: 0-100A

Hình 12. Bộ mạch chuyển đổi điện áp AC-DC



Hình 13. Sơ đồ mạch chuyển đổi

Hình 13 Giới thiệu sơ đồ mạch điện chuyển đổi AC-DC. Điện áp nguồn 220V AC sẽ được điều chỉnh lưu tích hợp với mạch lọc để nắn thành dòng điện một chiều phẳng, điện áp một chiều khoảng chừng 310V. Mặc khác, dòng điện áp xoay chiều 220V cũng được đi qua mạch tạo ra nguồn điện áp một chiều cấp cho mạch điều khiển và tinh chỉnh.

Dòng điện áp này sau đó sẽ được đặt vào một biến áp hàn nhằm mục đích tăng năng lực chịu dòng ngõ ra đồng thời giảm điện áp để duy trì hiệu suất. Ở thứ cấp của biến áp điện áp này được chỉnh lưu và lọc lại một lần nữa thành điện áp một chiều có giá trị thường nhỏ hơn 60V.

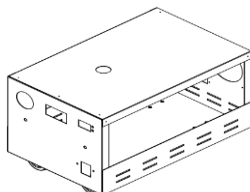
2.7. Thiết kế khung vỏ

Thiết kế khung, vỏ máy phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Cách bố trí các chi tiết như nguồn điện chuyển đổi, bộ điện phân, Quạt ...

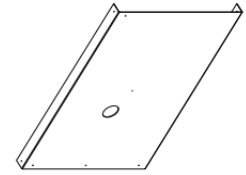
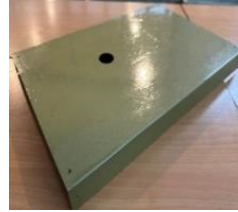
- Tính công năng khi sử dụng;
- Đảm bảo kích thước gọn nhẹ;
- Tính thẩm mỹ cao.

Sau khi lên phương án thiết kế nhóm đã chọn loại thép tấm trơn nhẵn, loại thép tấm này được dùng rất nhiều để đóng tàu, để gia công các sản phẩm trong xây dựng... Mác thép của thép tấm là CT3. Phần khung, vỏ máy sẽ được nhóm thực hiện bằng phương pháp dập. Hình 14 tổng quan bên ngoài của máy hàn khí. Phần khung vỏ sẽ được chia làm 2 phần: nắp đáy, nắp trên.



Hình 14. Tổng quan bên ngoài của máy hàn khí

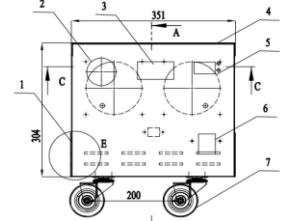
Phần đáy: là phần chiếm diện tích lớn nhất, gần như bao bọc toàn bộ máy, có vị trí trọng yếu trong việc giữ máy hoạt động ổn định như Hình 15.



Hình 15. Nắp trên của máy hàn hơi

- Mặt trước:

Hình 16 là mặt trước của máy hàn khí có nhiệm vụ hiển thị các thông số đầu ra của khí thải, các thông số sử dụng của máy. Được bố trí đồng hồ áp suất, nút điều chỉnh dòng điện để điện phân, màn hình hiển thị nhiệt độ, dòng điện điện phân, tên của sản phẩm. Phía dưới mặt đáy sẽ có 4 bánh xe để quá trình di chuyển thuận tiện.



Hình 16. Mặt trước máy phân tích khí thải

- Mặt sau:

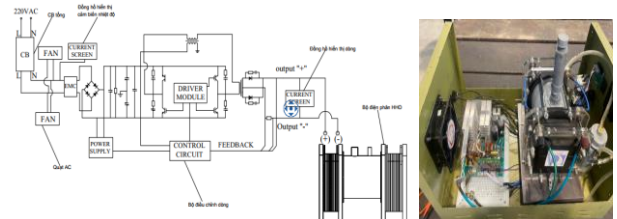
Để bố trí các giắc cắm ô điện, quạt làm mát bộ chuyển đổi điện áp. Đảm bảo tính thẩm mỹ, nghiên cứu bố trí thích hợp lý như Hình 17.



Hình 17. Mặt sau máy phân tích khí thải

• Mặt trên: nhiệm vụ gia cố khung máy. Mặt trên thiết kế để kết hợp với mặt đáy, mặt sau, mặt trước để tạo thành hộp kín, và sự kết hợp phải có độ thẩm mỹ cao.

2.8. Kết nối nguồn điện với bộ điện phân



Hình 18. Sơ đồ điện của máy hàn thực tế

2.9. Nguyên lý hoạt động của máy hàn

Sơ đồ nguyên lý của máy hàn HHO được biểu diễn như Hình 19. Khi cấp dòng điện xoay chiều 220V vào máy biến áp 1 pha thì ở đầu ra ta có dòng điện 60VDC. Sau đó, kết nối cực âm và cực dương vào bộ điện phân kiểu khô, dung

dịch chứa trong bộ điện phân sẽ điện phân và khí HHO tạo thành. Lúc này ở ngõ ra của bộ điện phân sẽ bao gồm khí và dung dịch đi lên bình chứa, dung dịch sẽ giữ lại ở bình chứa để cung cấp cho bộ điện phân hoạt động còn khí sẽ được dẫn qua bình lọc khí, qua van an toàn và đi ra mỏ hàn. Khi đó ta chỉ việc mỗi lần để sử dụng.



Hình 19. (a) Máy hàn khí HHO; (b) Nguyên lý làm việc

3. Nghiên cứu thực nghiệm

3.1. Phương pháp thử nghiệm

Nghiên cứu thực hiện đánh giá hiệu quả của máy hàn khí. Thử nghiệm tiến như sau:

- Thử nghiệm đánh giá khả năng sinh khí hydroxyl của máy.
- Thử nghiệm khả năng hàn và cắt kim loại của máy hàn.

3.2. Trang thiết bị thí nghiệm

- Máy hàn khí hydroxyl;
- Lưu lượng kế khí hydrogen Hình 20a;
- Đồng hồ Kyoritsu 1021R đo dòng điện và vôn kế có thông số kỹ thuật Bảng 4.

Bảng 4. Thông số thuật đồng Hồ Kyoritsu 1021R [12]

DCV	6.000 / 60.00 / 600.0 (± 0,5%)
DC mV	600,0 mV (± 1,5%)
AC V	6.000 / 60.00 / 600.0 (± 1,3%)
AC mV	600,0 Mv ± (2,0%) cho 40-500 Hz
DòngADC	6,000 / 10,00A ± (1,5%)
AC A	6,000 / 10,00A ± (1,5%) cho 40-500 Hz
Kháng	600,0 Ω / 600,0 k / 6,000 / 40,00 MW Ω
Tụ	60,00 / 600,0 nF / 600,0 / 1000 UF nF
Tần Số	Dải đo 99,99 / 999,9 Hz / 99.99 kHz ± (0,1%)



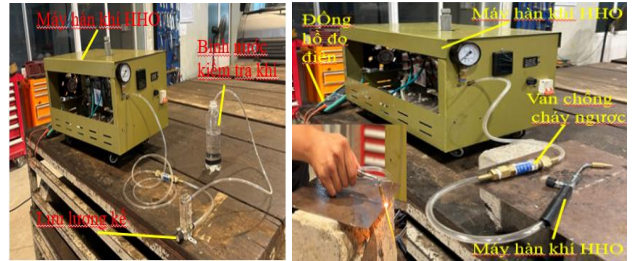
Hình 20. (a) Lưu lượng kế khí hydrogen; (b) Đồng hồ Kyoritsu 1021R

3.3. Bố trí thực nghiệm

Trình tự thực nghiệm:

- ① Bố trí thiết bị đo như Hình 21, Hình 22;

- ② Bật CB qua chế độ ON để bắt đầu quá trình điện phân;
- ③ Xoay núm điều chỉnh dòng ampe đến mức cần sử dụng;
- ④ Đợi khoảng 20 giây để khí thoát ra ổn định rồi mỗi lần là có thể sử dụng được;
- ⑤ Khi sử dụng xong thì đóng khóa khí trên đèn hàn và gạt CB qua chế độ OFF;
- ⑥ Trả núm điều chỉnh về mức 0.



Hình 21. Sơ đồ bố trí thực nghiệm đánh khả năng sinh khí HHO

Hình 22. Sơ đồ bố trí thực nghiệm đánh khả năng hàn và cắt kim loại

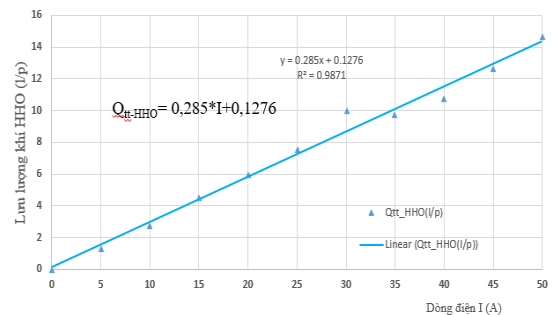
3.4. Kết quả thực nghiệm

3.4.1. Đánh giá khả năng sinh khí hydroxyl của máy hàn

Đề tài thực nghiệm dùng lưu lượng kế đo lượng khí sinh ra tại các dòng điện khác nhau. Bảng 4 thể hiện lưu lượng hydroxyl đo được.

Bảng 5. Kết quả đo lưu lượng hydroxyl sinh ra

TT	I (A)	Qt-HHO(l/p)	Qt-H2(l/p)	Qt-o(l/p)
1	0	0	0	0
2	5	1,351	0,901	0,450
3	10	2,759	1,839	0,920
4	15	4,511	3,007	1,504
5	20	5,926	3,951	1,975
6	25	7,508	5,005	2,503
7	30	9,998	6,665	3,333
8	35	9,731	6,487	3,244
9	40	10,493	7,129	3,564
10	45	12,454	8,436	4,218
11	50	13,643	9,762	4,881



Hình 23. Đồ thị diễn biến lưu lượng khí HHO sinh ra theo dòng điện của máy hàn

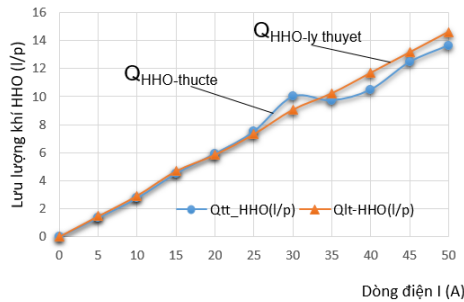
Từ kết quả thực nghiệm, quan hệ giữa lưu lượng khí hydroxyl (HHO) và dòng điện thể hiện trên Hình 23. Bằng phương pháp xấp xỉ, quan hệ Q – I được xác định bởi biểu thức (5):

$$Q_{tt-HHO} = 0,285 \cdot I + 0,1276 \tag{5}$$

Trong đó:

- I [A]: Dòng điện đi qua bộ điện phân;
- Q [l/p]: lưu lượng hydroxyl sinh ra.

Hình 24 giới thiệu biến thiên $Q_{\text{HHO-thucyte}}$ và $Q_{\text{HHO-ly thuyet}}$ theo dòng điện đi qua bộ điện phân. Chúng ta thấy giá trị thực nghiệm của $Q_{\text{HHO-thucyte}}$ ổn định với dòng điện từ 0-30A, khi giá trị dòng điện vượt qua 30A thì lưu lượng hydroxyl sinh ra giảm khoảng 10% so với lượng khí hydroxyl tính toán lý thuyết. Điều này là do tấm điện cực không duy trì hiệu suất cao khi dòng điện lớn đi qua, quá trình tạo hydroxyl trở nên không hiệu quả hoặc có các hiện tượng phụ khác xảy ra.



Hình 24. Đồ thị diễn biến lưu lượng khí HHO sinh ra thực tế so với lý thuyết theo dòng điện điện phân

Thực nghiệm khả năng sinh khí hydroxyl như trình bày ở trên, máy hàn khí hydroxyl ổn định với dòng điện 30A có lưu lượng khí 9,731 l/p.

3.4.2. Thực nghiệm khả năng hàn và cắt kim loại của máy hàn.

Nghiên cứu tiến hành thực nghiệm hàn và cắt kim loại. Kết quả thực nghiệm như sau:

- Thực nghiệm cắt tấm thép dày 2mm

Hình 25 của thực nghiệm này, cho thấy, máy hàn khí cắt rời tấm thép ban đầu.



Hình 25. Kết quả sau khi cắt thép dày 2mm

- Thực nghiệm hàn 2 mảnh thép dày 2mm

Hình 26 cho thấy hai tấm thép sau khi hàn đã được kết dính với nhau do kim loại nóng chảy.



Hình 26. Sản phẩm sau khi hàn 2 tấm thép

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho phép rút ra được những kết luận sau:

- Máy hàn khí hydroxyl (HHO) là phương pháp hiệu quả kinh tế, đóng góp tích cực vào việc giảm lượng khí thải gây ô nhiễm môi trường. Đây là một giải pháp bền vững và thân thiện với môi trường.

- Thành công trong việc chế tạo và thử nghiệm máy hàn sử dụng khí hydroxyl với lưu lượng đạt 9,731 l/p và dòng điện 30A - 60VDC. Máy hàn khí có nguồn điện đầu vào là AC 220V, 50Hz.

- Máy hàn khí hydroxyl với ngọn lửa từ khí hydroxyl không tạo ra cặn carbon, giúp việc vệ sinh trở nên dễ dàng hơn và ngăn chặn hiện tượng ăn mòn.

- Quan hệ giữa lưu lượng khí hydroxyl và dòng điện được biểu diễn bằng hàm số bậc một $Q_{\text{it-HHO}} = 0,285 \cdot I + 0,1276$; trong đó $Q_{\text{it-HHO}}$ là lưu lượng khí hydroxyl và I là dòng điện điện phân.

Lời cảm ơn: Bài báo này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng với đề tài có mã số: T2024-02-04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] N. V. Thong, *Material And Welding Technology Textbook*, Science and Technology Publishing house, 2000.
- [2] H. Tung and N. T. Ha. *Welding handbook*, Science and Technology Publishing house, 2007.
- [3] K Mazloomi, N Sulaiman, and H Moayedi, “Electrical Efficiency of Electrolytic Hydrogen Production”, *International Journal Of Electrochemical Science*, vol. 7, No. 4, pp. 3314-3326, April 2012.
- [4] S. Saurabh and P. B.L. Chaurasia, “Efficient Welding Torch by Hydrogen Fuel Cell”, *International Journal Of Science And Research*, vol 3, No 6, pp. 2241-2244, June 2014.
- [5] D. Dobraš1, Ž.Petrović, and Z. Božičković, “Brown's Gas – Heat Source For Welding”, *The 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology*, vol. 11, pp. 333-338, May 2013.
- [6] M. Usman *et al.*, “Use of Gasoline, LPG and LPG-HHO Blend in SI Engine: A Comparative Performance for Emission Control and Sustainable Environment”. *Processes 2020 - Progress in Energy Conversion Systems and Emission Control*, Vol. 8, No. 1, pp. 1-15, January 2020.
- [7] A.K. El Soly, M.A. El Kady, Ahmed El Fatih Farrag, and M.S. Gad, “Comparative Experimental Investigation Of Oxyhydrogen (HHO) Production Rate Using Dry And Wet Cells”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 46, no. 24, pp 12639-12653, 6 April 2021.
- [8] M. M. EL-Kassaby *et al.*, “Effect Of Hydroxy (HHO) Gas Addition On Gasoline Engine Performance And Emissions”, *Alexandria Engineering Journal*, Vol. 55, np. 1, pp 243-251, March 2016.
- [9] A. Volanschi, J. G. H. Nijman, W. Olthuis, and P. Bergveld, “Microcavity Electrodes Used as Single-Nucleation Site Electrodes for the Electrolysis of Water”, *Sensors and Materials*, Vol. 9, No. 4, pp.223-240, 1997.
- [10] D. Biggs, “HHO Cell configurator”, *hho4free.com*, Available: http://www.hho4free.com/configurator/cell_configurator.htm
- [11] D. Biggs, “HHO calculator”, *hho-generator.com*, May 2008. Available:hhttp://www.hho-generator.com/en/hho-mmw-calculator.htm [Accessed June 30, 2024].
- [12] EMIN Vietnam Joint Stock Company, “KYORITSU 2012R Digital Multimeter”, *kyoritsu.vn*, Mar 15, 2015. [Online]. Available: <http://kyoritsu.vn/kyoritsu2012r-dong-ho-van-nang-kyoritsu-2012r-3043/pr.html> [Accessed June 30, 2024].