

Xây dựng mô hình mô phỏng hệ thống chữa cháy phun sương trên tàu thủy

■ **ThS. NGUYỄN TẤT DÙNG; PGS. TS. VƯƠNG ĐỨC PHÚC**

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

TÓM TẮT: Hệ thống chữa cháy phun sương được sử dụng trên tàu dầu, tàu khách, tàu dịch vụ... Hệ thống là tổng hợp nhiều thiết bị nhằm dập tắt đám cháy bằng cách phun nước có áp lực cao (phun sương) vào đám cháy. Hệ thống dập cháy này mang lại hiệu quả rất lớn về thời gian cũng như không ảnh hưởng tới thiết bị sau khi cháy. Nội dung bài báo sẽ trình bày về xây dựng hệ thống mô phỏng trên phần mềm LabVIEW của hệ thống này do hãng FAIN sản xuất nhằm phục vụ công tác đào tạo và huấn luyện thuyền viên, quản lý tàu.

TỪ KHÓA: Chữa cháy trên tàu thủy, bơm tạo áp lực cao, cảm biến khói, cảm biến ngọn lửa

ABSTRACT: Water mist system is used on oil tankers, passenger ships, service vessels. The system consists of equipment that functions to extinguish fires by spraying high pressure water (mist) into the fire. This fire extinguishing system is very effective in time and does not affect the device after burning. This article will present about building a simulation system on LabVIEW software of this system manufactured by FAIN to serve education and training for crews and ship managers.

KEYWORDS: Water mist system, high pressure pump, smoke detectors, flame detectors.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để đáp tất đảm cháy, chúng ta cần loại bỏ một trong các yếu tố sau: vật liệu cháy, oxy hoặc nguồn nhiệt [1]. Hệ thống này ban đầu được dùng trên tàu nhưng hiện quá cao nên hiện nay nó được sử dụng cả trên bờ. Bơm tạo ra áp lực nước cao để tạo sương để phun vào đám cháy. Cách dập cháy phù hợp với hầu hết chất lỏng, chất rắn với thời gian ngắn. Hệ thống dập cháy này có thêm nhiều ưu điểm như an toàn cho con người, thiết bị cháy sau khi dập vẫn hoạt động bình thường, dễ khắc phục hậu quả do sử dụng nước ngọt.

Trên các tàu chở dầu, hóa chất phải lắp đặt các hệ thống chữa cháy phun sương theo quy định ngày càng

từ các cơ quan đăng kiểm như DNV, NK, KR... Tùy theo quy mô và đặc điểm của tàu có nguy cơ cháy mà phải trang bị các hệ thống cho phù hợp. Ở những tàu nhỏ, phạm vi hẹp thường lắp đặt hệ thống bảo cháy, chữa cháy đơn giản và thực hiện chủ yếu bằng tay thông qua các nút ấn tại các khu vực có nguy cơ cháy cao. Với những tàu chở hóa chất, tàu dầu, tàu chở ô tô, những tàu lớn có khu vực bảo vệ rộng thì hệ thống phức tạp và rất khó để có thể giám sát trực tiếp về nguy cơ cháy. Chính vì vậy, phải trang bị hệ thống có nhiều chế độ hoạt động để có thể đáp ứng trong mọi điều kiện hoạt động một cách nhanh và chính xác nhất.

Trên tàu thủy, hệ thống chữa cháy của hãng FAIN [2] được sử dụng rất rộng rãi đặc biệt là các tàu được đóng tại châu Á như Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc và Việt Nam. Đây là hệ thống hoạt động ổn định, tin cậy, đáp ứng các yêu cầu của đăng kiểm. Chính vì vậy, việc nghiên cứu, phân tích có ý nghĩa thực tiễn và đóng góp trong nâng cao chất lượng thuyền viên, chất lượng đào tạo nhân lực ngành Hàng hải.

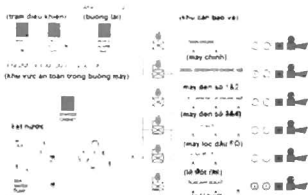
2. CẤU TRÚC HỆ THỐNG VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

2.1. Cấu trúc

Hình 2.1 thể hiện cấu trúc chung của hệ thống. Hệ thống gồm 01 bơm nước hút nước từ két chứa và tạo áp lực cao, trạm điều khiển trung tâm, bảng lắp tại buồng lái và các đường ống được không chế bởi các van để dẫn nước tới các khu vực cần bảo vệ. Hệ thống còn có các hộp chứa các nút ấn, được bố trí tại các khu vực dễ xảy ra cháy để người vận hành kịp thời tác động. Ngoài ra, hệ thống được liên kết với hệ thống báo cháy để chữa cháy tự động.

2.2. Nguyên lý hoạt động

Việc phun sương có thể thực hiện ở chế độ bằng tay hoặc tự động. Ở chế độ bằng tay, khi phát hiện cháy ở đầu, người vận hành bấm nút *start* ở đó. Lúc này, bơm sẽ chạy, van không chế ở vị trí tương ứng sẽ mở để nước hút từ két qua bơm và phun vào khu vực cháy. Muốn dừng thì ấn nút *Stop* tương ứng. Còn ở chế độ tự động, khi hệ thống báo cháy nhận được tín hiệu báo cháy từ đồng thời 02 cảm biến (01 cảm biến khói và 01 cảm biến ngọn lửa), hệ thống tự động phun sương sẽ hoạt động. Khi đó, động cơ lái bơm nước được khởi động, các van điện từ tương ứng được kích hoạt. Nước được vận chuyển từ két qua các đường ống, các van điện từ rồi tới các vòi phun. Nước từ các vòi phun trực tiếp phun vào vùng cháy dưới dạng sương [3].



Hình 2.1: Cấu trúc tổng thể hệ thống

3. MÔ HÌNH MÔ PHÒNG TRÊN PHẦN MỀM LABVIEW

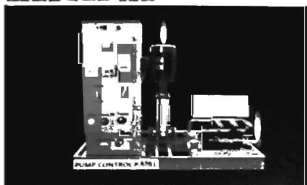
Hệ thống mô phỏng được xây dựng cho hệ thống phun sương cho 6 vị trí như trên tàu thực, bao gồm: Khu vực máy chính, máy phát điện số 1 và 2, máy phát điện số 3, khu vực nồi hơi, khu vực lò đốt rác và khu máy lọc dầu FO [1,4]. Giao diện bao gồm các panel để vận hành toàn bộ hệ thống. Panel điều khiển bơm (được đặt gần bơm), panel điều khiển cứu hỏa (được đặt khu vực dễ thao tác, di chuyển), panel tin hiệu các hộp điều khiển phun tại chỗ. Giao diện được thể hiện ở các Hình 3.1 đến Hình 3.3 (trên LabVIEW được thực hiện trên Front Panel). Tất cả giao diện này được thực hiện gần như nguyên mẫu so với hệ thống trong thực tế

3.1. Giao diện điều khiển bơm

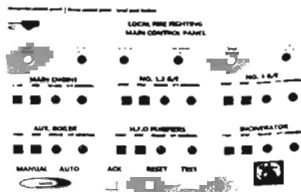
Giao diện này điều khiển hoạt động của bơm ở chế độ tại chỗ và từ xa. Để điều khiển tại chỗ chuyển công tắc Local/Remote về vị trí tại chỗ (Local), khi đó việc điều khiển bơm chạy bằng cách ấn nút Start. Khi bơm đang chạy mà quá tải thì sẽ báo động và dừng bơm. Khi bơm chạy mà áp lực không đủ thì hệ thống sẽ báo Low pressure, đồng thời báo động thông qua chuông và còi.

3.2. Giao diện điều khiển van

Giao diện này điều khiển hoạt động của van tại panel điều khiển trung tâm. Khi hệ thống đã có nguồn sẵn sàng hoạt động đèn MAIN POWER sẽ sáng. Để phun chỗ nào ta chỉ cần bấm nút START ở vị trí tương ứng. Lúc đó, bơm sẽ tự động chạy, van tương ứng khu vực sẽ mở. Nếu van mở thành công, đèn RELEASE sẽ sáng. Trong trường hợp van không mở hoặc không có áp lực ở đầu ra đèn V/V ABNORMAL sẽ sáng. Để dừng phun ta chỉ cần nhấn nút STOP tương ứng.



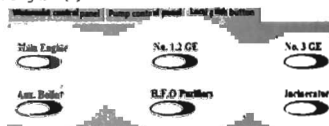
Hình 3.1: Giao diện điều khiển bơm



Hình 3.2: Giao diện điều khiển van

3.3. Giao diện các tín hiệu ngoại vi

Giao diện này gồm các nút ấn được đặt tại chỗ, gần khu vực cần phun (có in tên màu đỏ trên đó). Để phun khu vực nào ta ấn nút ấn tương ứng có ghi tên trên đó, quá trình tương tự như ấn tại panel điều khiển trung tâm. Giao diện này gồm các nút ấn được đặt tại chỗ, gần khu vực cần phun (có in tên màu đỏ trên đó). Để phun khu vực nào ta ấn nút ấn tương ứng có ghi tên trên đó, quá trình tương tự như ấn tại panel điều khiển trung tâm [4].



Hình 3.3: Giao diện các tín hiệu ngoại vi



Hình 3.4: Sơ đồ lập trình cho cơ cấu điều khiển bơm

Hình 3.5: Lập trình hệ điều khiển van

3.4. Lập trình cho hệ thống

Trên LabVIEW, phần lập trình được thực hiện trên *Block Diagram*. Lập trình để đảm bảo thực hiện toàn bộ chức năng như đã yêu cầu tại mục 3.1, 3.2 và 3.3. Chức năng điều khiển bơm được thể hiện trên *Hình 3.4*. Lập trình thể hiện toàn bộ quá trình hoạt động ở các chế độ bao gồm: điều khiển tại chỗ (Local) các chức năng chạy (Start) dừng (Stop), tự động chạy khi ở chế độ từ xa (Remote). Hệ thống cũng cho phép giám sát áp lực khi bơm chạy và sẽ dừng nếu như bơm bị quá tải. Chức năng điều khiển van được lập trình thỏa mãn toàn bộ chức năng như đã yêu cầu tại mục 3.2 và được thể hiện trên *Hình 3.5*.

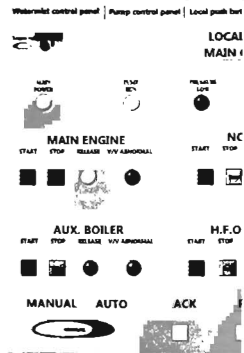
3.5. Chạy thử nghiệm hệ thống mô phỏng

Các kết quả chạy mô phỏng được thể hiện trên các *Hình 3.6* và *Hình 3.7*. *Hình 3.6* thể hiện bơm đang hoạt động bình thường, chế độ điều khiển tại chỗ. *Hình 3.7* thể hiện giao diện van đang mở và phun tại hai vị trí, đó là khu vực máy chính và máy lọc dầu, chế độ điều khiển



bằng tay.

Hình 3.6: Giao diện thể hiện bơm đang hoạt động



Hình 3.7: Panel điều khiển chính đang báo phun tại hai vị trí

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã phân tích chung về hệ thống chữa cháy phun sương hàng FAIN trên tàu thủy, từ đó xây dựng mô hình mô phỏng hệ thống đó trên phần mềm LabVIEW. Hệ thống mô phỏng này tích hợp chức năng giám sát và điều khiển và có thể kết nối tới hệ thống thực. Đây là giải pháp vô cùng có ý nghĩa, phục vụ công tác giảng dạy vì trong thực tế muốn mua hệ này làm giáo cụ thì vô cùng đắt đỏ, công kênh và khó khăn cho lắp đặt. Mặc dù hệ thống đã được hoàn thiện hơn về mặt thiết kế, tăng chức năng giám sát trực quan trên máy tính cũng như các công cụ khác. Tuy nhiên, đây mới là những thiết kế ban đầu, chưa được thử nghiệm thực tế. Với tính chất quan trọng trong việc nâng cao ý thức phòng cháy chữa cháy, nội địa hóa sản phẩm trong công nghiệp đóng tàu, thiết nghĩ để tài cần được chú ý hơn nữa trong các vấn đề sau như đầu tư kinh phí để sản xuất thử nghiệm, sau đó đăng ký sản phẩm và thực hiện đăng nhập với các cơ quan chức năng để triển khai xuống tàu.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Vương Đức Phúc, Nguyễn Tất Dũng (2018), *Hệ thống điều tự động máy phụ và an toàn tàu thủy*, NXB. Hàng hải.
- [2]. *Tài liệu hệ thống cứu hỏa phun sương hàng FAIN*, Korea.
- [3]. PGS. TS. Lưu Kim Thành, *Nghiên cứu chế tạo hệ thống tự động cứu hỏa phun sương trên tàu biển*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải.
- [4]. PGS. TS. Đào Minh Quân, ThS. Bùi Văn Dũng, TS. Đinh Anh Tuấn (2015), *Khai thác và lắp đặt các hệ thống điện tàu thủy*, NXB. Hàng hải.

Ngày nhận bài: 14/4/2020

Ngày chấp nhận đăng: 11/5/2020

Người phản biện: PGS. TS. Đào Minh Quân
TS. Lưu Quang Hiệu

Thiết kế, chế tạo máy tạo nước tính kiềm Alkaline

■ THS. NGUYỄN ĐỨC ANH; THS. NGUYỄN MINH TUẤN; THS. TẠ ĐỨC HẢI
Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT: Trong bài báo, nhóm tác giả trình bày quy trình thiết kế, chế tạo máy tạo nước tính kiềm Alkaline dựa trên nguyên lý định luật điện phân Faraday và phương pháp tinh chọn độ pH. Bộ điều khiển PID được thiết kế và hiện thực trên board điều khiển Arduino 2560 với các hệ số được lựa chọn bằng phương pháp thực nghiệm đảm bảo dòng điện phân đáp ứng độ pH đầu vào như yêu cầu. Mô hình máy được thử nghiệm, độ pH của nước đầu ra được phân tích nhờ vào bộ cảm biến pH có độ nhạy cao, sai số đủ nhỏ. Kết quả nước tính kiềm Alkaline đạt yêu cầu với sai số độ pH cho phép. Các thông số khác như lưu lượng nước, kích thước và khối lượng máy đạt yêu cầu như đã đề ra.

TỪ KHÓA: Nước tính kiềm, chế tạo máy, bộ điều khiển PID.

ABSTRACT: In this article, authors presented the design and prototype making process of Alkaline water making machine based on Faraday's law of electrolysis and the method of pH level selection. The PID controller is designed and implemented onto Arduino 2560 board with the selected coefficients to ensure the electrolytic current meets the desired pH level. The prototype was tested and the pH of the output water was analyzed with supporting of the high sensitivity pH sensor. The Alkaline water reached the requirement with small error enough. Other parameters such as water flow, size and weight of machines were satisfied.

KEYWORDS: Alkaline water, design machine, PID controller

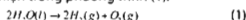
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đề xuất dinh dưỡng nước chỉ số Oxygen Reducton Potential (ORP) và pH là hai chỉ số quan trọng. Nước tinh khiết có độ pH tiệm cận 7, nước tính kiềm (hay còn gọi là Alkaline water) là nước có độ pH lớn hơn 7 [1,2]. Độ pH này do các ion gốc kiềm quyết định và các ion này được tạo ra bởi quá trình điện phân các khoáng chất trong nước. Độ PH cao đi kèm với giá trị chỉ số ORP âm và ngược lại. Các nhà nghiên cứu chỉ ra rằng, tính chất hóa lý của nước thể hiện thông qua hai chỉ số này và có tác động trực tiếp tới sức khỏe con người [3,4]. Cụ thể là, nước ion kiềm giúp cân bằng độ pH trong cơ

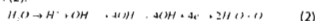
thể, duy trì lượng nước, giải độc, tăng cường hệ thống miễn dịch, giảm cân, ngăn chặn sự phát triển của tiểu đường... Hiện nay, có một số loại máy tạo nước ion kiềm có trên thị trường Việt Nam như Panasonic TK-AS45, AL700E và Atica Eco. Rõ ràng, đây là một thị trường tiềm năng, tuy nhiên chưa có nhiều nghiên cứu trong nước tập trung vào thiết kế, chế tạo loại máy tạo nước tính kiềm Alkaline. Chính vì thế, trong bài báo này, nhóm tác giả giới thiệu quy trình thiết kế, chế tạo mẫu máy tạo nước kiềm Alkaline.

2. PHÂN TÍCH NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA MÁY TẠO NƯỚC KIỀM

Phương pháp xử lý được thực hiện bằng cách điện hóa nước đã được lọc sơ bộ. Lượng nước này được ion hóa mạnh bởi hai điện cực sau đó được tách thành hai dòng. Dòng thứ nhất (chiếm 70%) mang tính kiềm nhẹ dùng để uống, dòng thứ hai (chiếm 30%) có tính axit nhẹ dùng để khử trùng hoặc rửa. Cụ thể như sau, phản ứng hóa học chung khi điện hóa phân tách phân tử nước được thể hiện trong phương trình (1).

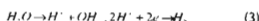


Tại điện cực dương, nước bị điện phân theo phương trình (2).



Tại đây, H^+ còn lại nhiều hơn OH^- nên nước tại điện cực này mang tính axit ($pH < 7$).

Tại điện cực âm, nước bị điện phân theo phương trình (3).



Tại đây, OH^- còn lại nhiều hơn H^+ nên nước tại điện cực này có tính kiềm ($pH > 7$).

3. THIẾT KẾ MÁY TẠO NƯỚC KIỀM

3.1. Thông số cơ bản của mô hình máy tạo nước kiềm

Sau khi phân tích thông số kĩ thuật của các máy tạo nước kiềm thông dụng hiện nay như Panasonic TK-AS45, AL700E, Atica Eco..., có thể nhận thấy các thông số yêu cầu cơ bản để thiết kế máy tạo kiềm như sau:

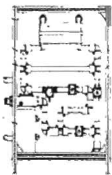
Bảng 3.1. Thông số yêu cầu cơ bản của máy tạo nước kiềm

Thông số	Yêu cầu kĩ thuật
Lưu lượng nước đầu vào	1.2 lít/phút
Lưu lượng nước đầu ra	~1.2 lít/phút
Số tính kiềm nước đầu ra	8-10 pH, có thể điều chỉnh.

Kích thước	- 428x90x554(mm).
Trọng lượng	- 5.0kg
Nguồn điện	220-230v;50-60Hz
Công suất tối đa	280W

3.2. Nguyên lý hoạt động của máy tạo nước kiềm

Sơ đồ kết cấu và sơ đồ nguyên lý của máy tạo nước kiềm được hiển thị như Hình 3.1a và 3.1b tương ứng. Máy bao gồm các bộ phận chính như bình điện phân, bơm tăng áp, cảm biến lưu lượng, van điện tử, ống nối và van xả. Khi máy hoạt động, bơm sẽ hút nước từ nước máy qua bộ lọc để đưa vào máy. Máy hoạt động ở hai chế độ, chế độ xả để làm sạch bộ điện phân và chế độ làm việc. Tại chế độ xả, hai van điện tử K4 và K5 sẽ mở. Khi đó, nước cần từ bình điện phân và bộ lọc chảy ra theo ống xả. Tại chế độ làm việc, van K4 và K5 sẽ đóng. Nước sẽ được bơm qua K3 và cảm biến lưu lượng đến bộ điện phân. Tại bộ điện phân nước sẽ được điện phân. Tại đây, bộ điều khiển sẽ đưa vào yêu cầu đầu vào và đưa ra dòng điện phù hợp để điện phân nhằm đưa ra độ pH phù hợp với yêu cầu. Sau khi điện phân, nước sẽ được đưa qua hai van K1 và K2. Để tránh hiện tượng xuất hiện kết tủa quanh cực điện phân, bộ điều khiển sẽ đảo cực của hai bình mỗi phút một lần. Do đó, ta sử dụng hai cặp K1 và K2 để thay phiên nhau làm việc. Nước bazơ sẽ được dẫn ra với tới người sử dụng và nước axit sẽ được đưa về bể thải.



a)

1 - Bình điện phân; 2,3 - Ống nối; 4 - Đầu ra; 5 - Đầu vào; 6 - Bơm tăng áp; 7 - Đầu xả; 8 - Cảm biến lưu lượng; 9 - Van điện tử
Hình 3.1: a) Sơ đồ kết cấu; b) Sơ đồ nguyên lý máy tạo nước kiềm

3.3. Thiết kế nguyên lý điều khiển cho máy tạo nước kiềm

3.3.1. Phương pháp tính chọn độ pH

Theo định luật điện phân Faraday (F), khối lượng m của chất bị điện phân tỉ lệ thuận với điện lượng q chuyển qua chất điện phân và đương lượng hóa học A của chất đó. Phương trình (4) mô tả mối quan hệ đó.

$$m = A \frac{q}{F} \quad (4)$$

Trong đó: F - Hằng số (nếu m tính bằng gam; q tính bằng cu-lông, thì $F_e = 96521,9C$).

Độ pH của nước được tính bằng công thức:

$$pH = -\log[H^+]. \quad (5)$$

Trong đó: $[H^+]$ - Tổng số mol được tính bởi công thức (6):

$$[H^+](OH) = 10^{-14} (mol/l^2) \quad (6)$$

Tứ phương trình điện phân (3), ta thấy với mỗi mol electron trao đổi ta thu được một mol OH⁻. Áp dụng định luật Faraday ta có:

$$n = \left(\frac{I.t}{F}\right) \left(\frac{1}{z}\right) \quad (7)$$

Trong đó: n - Số electron trao đổi; I - Dòng điện điện phân; t - Thời gian điện phân; z - Số đương lượng của các ion của chất điện phân (z = 1); F = 96485Cmol⁻¹. Hằng số Faraday.

Vậy ta có:

$$n_{OH^-} = \frac{I.t}{F} \quad (8)$$

Đối với máy tạo nước kiềm trong bài báo này, bình điện phân có dung tích V = 175 ml. Thay vào công thức (8) ta có:

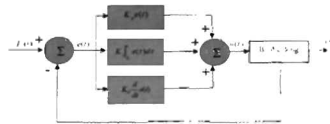
$$n_{OH^-} = \frac{I.t}{F.Q} \quad (9)$$

Dòng điện điện phân:

$$I = f(pH, Q) = \frac{F.Q.10^{14}}{V.10^{-6}} = \frac{Q.96485.10^{14}}{175.10^{-3}.10^{-6}} \quad (10)$$

3.3.2. Thiết kế bộ điều khiển

Như vậy, theo công thức (10), độ pH của nước được phụ thuộc vào dòng điện điện phân I(t). Để điều khiển quá trình tạo nước có độ pH như mong muốn, một bộ điều khiển PID được sử dụng. Sơ đồ bộ điều khiển PID được thể hiện trong Hình 3.2, đầu vào của bộ điều khiển chính là dòng điện điện phân mong muốn hay chính là độ pH mong muốn. Dòng điện đầu ra được xác định bằng một cảm biến dòng, sau đó sẽ được so sánh với dòng điện đặt. Bộ điều khiển PID căn cứ vào sai lệch e(t) giữa tín hiệu phản hồi và tín hiệu đặt để điều chỉnh sao cho dòng điện đầu ra I_{out}(t) ổn định và đúng với yêu cầu trong phạm vi sai số cho phép.



Hình 3.2: Sơ đồ bộ điều khiển PID

Tín hiệu sai lệch qua khâu tỉ lệ, khâu tích phân và vi phân sau đó được tổng hợp lại để tính toán đầu ra của bộ điều khiển PID. Tín hiệu điều khiển U(t) là đầu ra của bộ điều khiển được tính theo công thức:

$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (11)$$

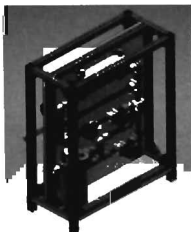
Hình 3.3 mô tả sơ đồ nguyên lý dạng khối của hệ thống điện và điều khiển của thiết bị prototype. Bộ điều khiển Arduino 2560 đọc các tín hiệu đầu vào và thực hiện thuật toán PID điều chỉnh dòng điện điện phân đáp ứng phù hợp với độ pH đầu vào được lựa chọn trước đó. Bộ hệ số của bộ điều khiển PID được lựa chọn: $[K_p = 5; K_i = 0,01; K_d = 0]$.



Hình 3.3: Sơ đồ nguyên lý của hệ thống điện và điều khiển

3.4. Thiết kế mô hình máy tạo nước kiềm

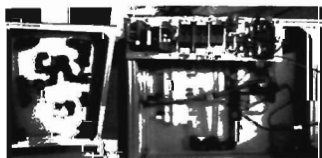
Dựa và sơ đồ kết cấu, sơ đồ nguyên lý của máy và sơ đồ nguyên lý của hệ thống điện và điều khiển, nhóm tác giả thực hiện thiết kế 3D mô hình máy tạo nước kiềm. Các thiết bị như bơm điện, bình điện phân, ống nổi dẫn nước, mạch điều khiển, cảm biến lưu lượng và van điện từ được bố trí bên trong khung và vỏ máy như trong Hình 3.4.



Hình 3.4 Thiết kế 3D hoàn chỉnh máy tạo nước kiềm

4. CHẾ TẠO VÀ THỬ NGHIỆM

Trong mục này, nhóm tác giả tiến hành chế tạo hoàn chỉnh mô hình máy tạo nước kiềm. Kết quả chế tạo mô hình máy tạo nước kiềm như trong Hình 4.1 và 4.2. Hình 4.1 là kết cấu cơ khí và bộ điều khiển của máy. Mô hình hoàn chỉnh của máy được thể hiện như Hình 4.2 sau khi đã lắp vỏ máy. Quá trình hoạt động của máy với các chế độ lựa chọn độ pH do người dùng thiết lập. Các thông số của máy như khối lượng máy, lưu lượng nước và công suất máy đạt yêu cầu thiết kế như Bảng 3.1.



Hình 4.1 a) Panel cơ khí; b) Panel điều khiển của máy



Hình 4.2: Hình ảnh máy tạo nước kiềm hoàn chỉnh

Để tiến hành kiểm tra độ pH của nước ở đầu ra, nhóm tác giả sử dụng cảm biến Analog pH-Sensor Gravity (của hãng Dfrobot) với độ chính xác $\pm 0,1$ pH (giới hạn đo từ 0 - 14 pH) tại nhiệt độ phòng [5]. Bảng 4.1 là thể hiện kết quả thử nghiệm của máy tạo nước kiềm tại 6 chế độ bất kì như: 8,0, 8,5, 9,0, 9,3, 9,7, 10pH. Sai số tuyệt đối lớn nhất là 0,05pH tại mức đầu vào 9,7 và 10 pH.

Bảng 4.1. Kết quả đo độ pH của nước đầu ra

Số thứ tự	Độ pH mong muốn	Độ pH nước đầu ra	Sai số tuyệt đối
Thí nghiệm 1	8,0	8,01	0,01
Thí nghiệm 2	8,5	8,52	0,02
Thí nghiệm 3	9,0	8,96	0,04
Thí nghiệm 4	9,3	9,31	0,01
Thí nghiệm 5	9,7	9,75	0,05
Thí nghiệm 6	10,0	9,95	0,05

5. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã trình bày quy trình thiết kế, chế tạo mẫu máy tạo nước kiềm Alkaline từ cơ sở lý thuyết đến chế tạo và thử nghiệm. Nguyên lý làm việc của máy dựa trên định luật điện phân Faraday và phương pháp tinh chon độ pH. Dựa trên bộ điều khiển PID, dòng điện điện phân được hiệu chỉnh phù hợp với độ pH đầu vào. Mô hình 3D của máy được thiết kế, prototype của máy được chế tạo. Kết quả thực nghiệm cho thấy, nước đầu ra đạt yêu cầu với sai số cho phép đủ nhỏ.

Tài liệu tham khảo

[1]. Nguyễn Thị Thanh Hải, Nguyễn Hoài Châu, Nguyễn Đình Cường, Hoàng Thị Thanh Bình (2011), Nghiên cứu phương pháp điều chế nước khử trùng siêu oxy hóa, Tạp chí Khoa học và Công nghệ 49(4), tr. 317-316.
 [2]. Nguyễn Hoài Châu, Ngô Quốc Bưu, Nguyễn Văn Hà (2012), Nghiên cứu phát triển và ứng dụng công nghệ hoạt hóa điện hóa ở Việt Nam, Tạp chí Khoa học và Công nghệ 50 (6), tr. 923-941.

[3]. Nguyễn Văn Hà, Nguyễn Hoài Châu (2009), *Dùng dịch hoạt hóa điện hóa và ứng dụng trong y tế*, Tạp chí Hóa học 47 (5A), 209-214.

[4]. Huang, Yu-Ru; Hung, Yen-Con; Hsu, Shun-Yao; Huang, Yao-Wen; Hwang, Deng-Fwu (2008), *Application of electrolyzed water in the food industry*, Food Control, 19 (4): pp. 329-345. doi:10.1016/j.foodcont.2007.08.012.

[5]. Puneeth K.M, Bipin S., Chetan Prasad, Jathin Kumar R, Meghana K Urs (May 2018), *Real-time Water Quality Monitoring using WSN*, 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT-2018), 18th&19th, pp.1152-1156.

Ngày nhận bài: 04/5/20120

Ngày chấp nhận đăng: 26/5/2020

Người phản biện: TS. Nguyễn Anh Tuấn