

DESIGNING RAW WATER FILTER SYSTEM

Vu Thi Oanh*, Le Thi Thu Huyen, Le Hong Thu, Nguyen Thi Thu Hien

TNU - University of Information and Communication Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 16/6/2020 Revised: 27/02/2021 Published: 28/02/2021	Nowadays, the accelerated development of industrialization and urbanization leads to an increasingly limited supply of clean water for factories and residential areas, which requires water purification systems that meet technical specifications. This article presents the research results of manufacturing raw water filtration systems, which helps reduce the load on the RO filtration system. The technological requirements of the pre-filter system to design were examined and then the filter system using the S7 -1200 PLC controller and monitor on the HMI interface was implemented. The results have been successful in setting up a raw water filtration system to meet technical requirements and effective practical applications.
KEYWORDS Clean water Raw water filtration system Pre-filter system RO filtration system Monitoring interface PLC S7-1200 HMI	

THIẾT KẾ HỆ THỐNG LỌC NƯỚC THÔ

Vũ Thị Oanh*, Lê Thị Thu Huyền, Lê Hồng Thu, Nguyễn Thị Thu Hiền

Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông – ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 16/6/2020 Ngày hoàn thiện: 27/02/2021 Ngày đăng: 28/02/2021	Hiện nay với việc đẩy mạnh phát triển công nghiệp hóa, đô thị hóa dẫn đến nguồn nước sạch ngày càng hạn hẹp, việc cung cấp lượng nước sạch đảm bảo cho các nhà máy, khu dân cư đòi hỏi phải có các hệ thống lọc nước đáp ứng các chỉ tiêu kỹ thuật. Bài báo trình bày việc nghiên cứu chế tạo hệ thống điều lọc nước thô giúp giảm bớt áp lực cho hệ thống lọc RO. Nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu yêu cầu công nghệ của hệ thống lọc thô từ đó thiết kế xây dựng hệ thống lọc sử dụng bộ điều khiển PLC S7 -1200 và giám sát trên giao diện HMI. Kết quả xây dựng thành công hệ thống lọc thô đáp ứng yêu cầu công nghệ và ứng dụng có hiệu quả trong thực tiễn.
TỪ KHÓA Nước sạch Hệ thống lọc thô Hệ thống lọc RO Giao diện giám sát PLC S7-1200 HMI	

* Corresponding author. Email: hongthuk44kd5@gmail.com

1. Mở đầu

Hiện nay vấn đề vệ sinh an toàn thực phẩm ngày càng được người dân và các nhà chức trách quan tâm, đặc biệt là nguồn cung cấp nước sạch đảm bảo cho sinh hoạt và sản xuất. Tại các nhà máy hay các khu đô thị, vấn đề cấp thiết được đặt ra là xử lý nguồn nước thô [1], [2]. Lọc thô là quy trình ban đầu trước khi đưa nước vào bộ RO nhằm giảm áp lực, nâng cao hiệu suất cho hệ thống RO [3]. Phương pháp được sử dụng phổ biến hiện nay là dùng bể lắng có cát, than hoạt tính [4] hoặc kết hợp với các relay, contactor để điều khiển hệ thống lọc bằng tay [5], điều này dẫn đến chất lượng nước không cao, thủ công, phụ thuộc vào sức người, tiến trình xử lý chậm chạp và quy mô triển khai hẹp. Để khắc phục thực trạng này, nhóm tác giả đã nghiên cứu, triển khai xây dựng hệ thống điều khiển tự động quá trình lọc thô, kết hợp với hóa chất khử khuẩn và cân bằng nồng độ PH đầu ra. Kết quả của bài báo là tài liệu tham khảo cho các ngành, chuyên ngành liên quan, đóng góp một giải pháp giúp nâng cao chất lượng nước sạch, ứng dụng công nghệ, kỹ thuật vào phục vụ đời sống.

2. Tổng quan về hệ thống xử lý nước thô

Nước thô được bơm từ sông, sau đó qua hệ thống lọc thô để chắn rác có kích thước lớn trước khi được cấp vào trạm xử lý nước thô [6]. Có 2 van điều khiển được điều khiển bởi người vận hành:

Van 1 mở, Van 2 đóng: Nước được xử lý bởi trạm nước thô sau đó mới bơm đến bể chứa TK-67.

Van 1 đóng, Van 2 mở: lúc này nước không qua trạm xử lý mà được bơm thẳng đến bể chứa TK-67. Chỉ sử dụng trường hợp này khi trạm xử lý nước trong thời gian bảo trì.

Nước thô qua van cấp V1 sẽ được đưa vào trạm xử lý nước. Nhờ hệ thống pha trộn tĩnh (static mixer) để trộn hóa chất PAC, nhờ lưu lượng kế trên đường ống, mà bơm định lượng PAC sẽ tính toán để điều khiển tốc độ bơm PAC cho phù hợp.

Sau khi qua hệ thống pha trộn tĩnh, nước thô sẽ được cấp lên bể tạo keo. Tại đây, hệ thống bơm hóa chất tiếp tục bơm thêm hóa chất PAC vào bể, đồng thời có 2 bơm hóa chất khác là $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ và NaOH có tác dụng khử trùng và điều khiển độ pH trong bể luôn ổn định ở khoảng từ 7,4 cho đến 7,5. Nhờ cánh khuấy nên hóa chất sẽ được trộn đều trong nước và chảy tràn sang bể sơ lắng.

Tại bể sơ lắng, các chất lơ lửng nhờ cánh khuấy và hóa chất PAC có tác dụng tạo bông tủa sắt to, sau đó phần nước này sẽ được chảy vào 3 bể lắng.

Tại bể lắng, các chất rắn lơ lửng sẽ lắng dần xuống đáy bể và định kì được xả đi bởi hệ thống van xả tự động. Phần nước sạch sẽ được chảy tràn xuống bể chứa. Tại đây hóa chất $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ được bơm vào để diệt khuẩn hoàn toàn. Bể chứa được nối với 2 bơm để bơm vào bể chứa nước thô phân phối. Thông thường chỉ 1 bơm chạy và bơm còn lại có tác dụng dự phòng. Trên bể chứa có gắn thiết bị đo mức, và dùng giá trị này làm đầu vào của bộ PID điều khiển tốc độ bơm. Để phòng trường hợp thiết bị đo mức sai, trên bể có gắn thêm thiết bị báo mức dạng công tắc với cảnh báo mức HH và L, sẽ đưa ra cảnh báo cho người vận hành bởi đèn và còi. Trên đường ống cũng có gắn thêm thiết bị đo áp suất nước giúp cho người vận hành giám sát áp suất nước; từ đó, có thể lên lịch bảo dưỡng bơm khi áp suất không đạt mức yêu cầu, hoặc áp cao quá có thể gây hỏng đường ống.

3. Hệ thống bơm và xử lý nước bằng hóa chất

Hệ thống bơm hóa chất gồm PAC ($\text{Al}_2(\text{OH})_2\text{Cl}_4$) được bơm từ bồn chứa dung tích 2000 l bởi bơm định lượng [7]. Trong bồn có cánh khuấy để đảm bảo hóa chất bơm đi có nồng độ ổn định. Đồng thời có thiết bị đo mức và công tắc dạng phao để bảo vệ và giám sát, duy trì mức hóa chất trong bồn luôn trong dải cho phép.

$\text{Ca}(\text{OCl})_2$ (Calcium Hypochloride) được bơm từ bồn chứa dung tích 2000 l bởi bơm định lượng. Trong bồn có cánh khuấy để đảm bảo hóa chất bơm đi có nồng độ ổn định. Đồng thời có thiết bị đo mức và công tắc dạng phao để bảo vệ và giám sát, duy trì mức hóa chất trong bồn luôn

trong dài cho phép. Do lượng NaOH sử dụng rất nhỏ nên bơm được nối thẳng từ bồn chứa IBC. Bơm sẽ chạy khi $\text{pH} < 7,4$ và dừng khi $\text{pH} > 7,5$.

4. Thiết kế hệ thống lọc nước thô

4.1. Phương pháp điều khiển

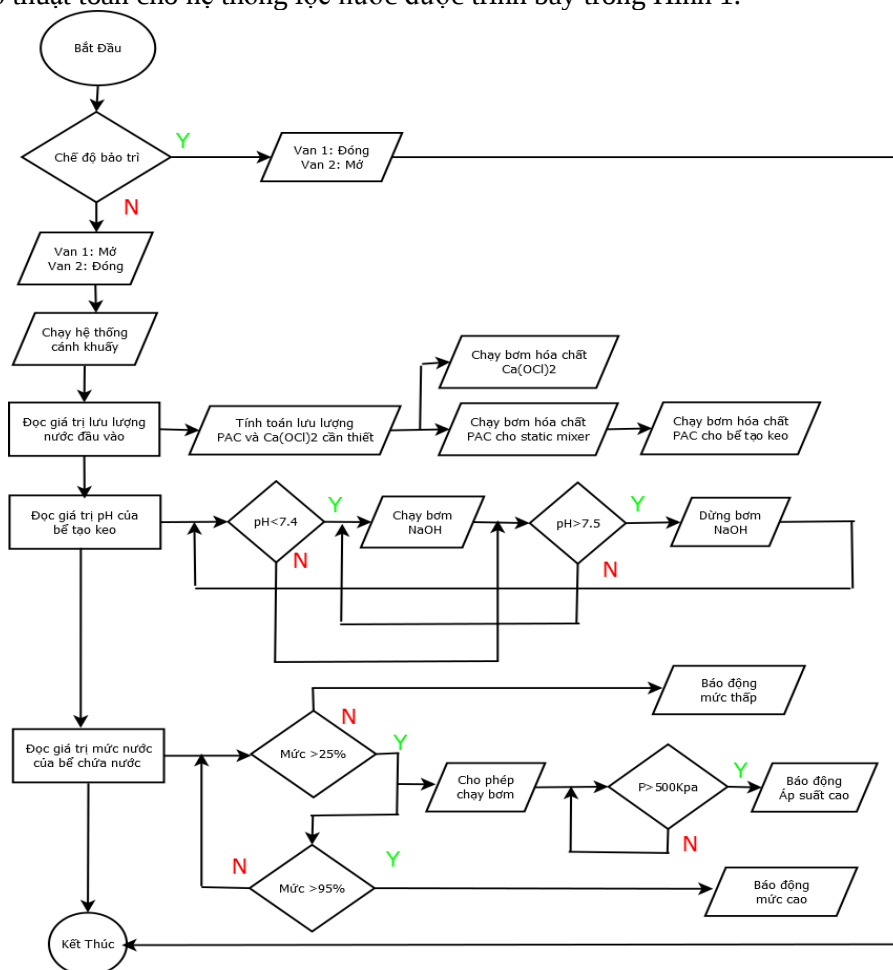
PLC S7 – 1200 là một dòng sản phẩm của SIEMENS, mặc dù là thiết bị tự động hóa đơn giản nhưng có độ chính xác rất cao. Với thiết kế theo dạng module, dòng sản phẩm SIMATIC S7-1200 thích hợp với nhiều ứng dụng tự động hóa khác nhau, từ nhỏ đến trung bình. Đặc điểm nổi bật là nó được tích hợp sẵn cổng truyền thông Profinet (Ethernet), sử dụng phần mềm Simatic Step 7 Basic cho việc lập trình PLC và các màn hình HMI. Điều này giúp cho việc thiết kế, lập trình, thi công hệ thống điều khiển được nhanh chóng, đơn giản.

Trong bài báo này sử dụng bộ điều khiển PLC S7 - 1200 để điều khiển hệ thống với yêu cầu công nghệ như sau:

Động cơ hoặc bơm sẽ được điều khiển bằng nút công tắc lựa chọn (Bằng tay/ Dừng/ Tự động) cho thiết bị chạy ở cả chế độ tự động và bằng tay hoặc nút (Chạy/ Dừng) cho thiết bị chỉ chạy ở chế độ bằng tay. Trạng thái của thiết bị được chỉ ra bằng đèn trạng thái chạy (Đèn màu xanh sáng) và đèn trạng thái lỗi (Đèn màu vàng sáng).

4.2. Lưu đồ thuật toán cho hệ thống lọc nước

Lưu đồ thuật toán cho hệ thống lọc nước được trình bày trong Hình 1.



Hình 1. Lưu đồ thuật toán hệ thống

4.3. Xây dựng hệ thống

Nguồn cấp [8]:

Nguồn 3 pha/ 4 dây, có dây tiếp địa

Động cơ 3 pha điện áp 380 VAC hoặc 400 VAC

Động cơ 1 pha điện áp 220 V AC

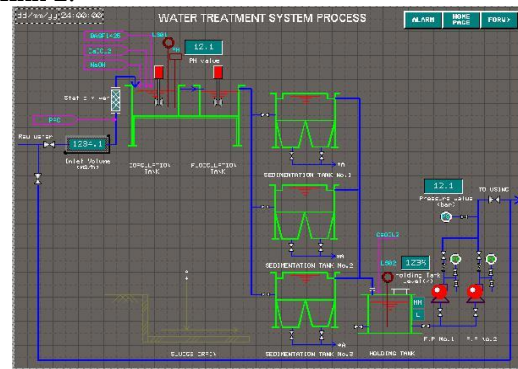
Nguồn điều khiển là 220 VAC//24 VDC

4.4. Thiết kế tủ điện điều khiển hệ thống

Tủ điện điều khiển hệ thống xử lý nước gồm 2 phần, phần vận hành bằng nút bấm và công tắc sẽ điều khiển trực tiếp hoạt động của bơm, phần màn hình HMI sẽ đưa ra các thông số, trạng thái của bơm, lưu lượng đầu vào, mực nước trong bể, áp suất đường ống ra trong quá trình chạy [9]. Tủ điện hệ thống xử lý nước được trình bày trong Hình 2.



Hình 2. Tủ điện hệ thống xử lý nước



Hình 3. *Giao diện quá trình hệ thống xử lý nước*

4.5. Vận hành hệ thống

Phản vận hành: Mỗi bơm sẽ được điều khiển ở 2 chế độ Tự động/ Bằng tay. Ở chế độ bằng tay, bơm sẽ chạy trực tiếp [10]. Ở chế độ tự động, bơm sẽ được điều khiển từ PLC như sau: 2 bơm filtering sẽ chạy theo tín hiệu mức trong bể Holding và tín hiệu áp suất trên đường ống ra, còn cánh khuấy của 2 bể Coagulation, Flocculation và bơm hóa chất BASF1425, $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, PAC, sẽ chạy theo tín hiệu lưu lượng đầu vào và cao độ bể, bơm hóa chất NaOH sẽ chạy theo lưu lượng đầu vào, giá trị pH thấp và cao độ bể. Đèn báo màu xanh chỉ trạng thái bơm chạy, đèn báo màu vàng chỉ trạng thái bơm bị quá tải. Trên tủ có đồng hồ đo dòng, áp, giá trị pH và các đèn báo lỗi để theo dõi.

Khi bắt đầu vận hành, người vận hành chọn chế độ cho bơm filtering: Bơm 1/ Luân phiên/ Bơm 2, Bằng tay/ Tự động, Sao-tam giác/ Biến tần. Bình thường sẽ chọn chế độ tự động, bơm chạy bằng biến tần và chế độ luân phiên nhau. Các bơm hóa chất và cánh khuấy sẽ chọn chạy ở chế độ tự động.

5. Thiết kế giao diện giám sát hệ thống trên HMI

Phần giao diện HMI: Giao diện HMI sẽ đưa ra được các thông số trong quá trình chạy: trạng thái bơm chạy/ dừng, thông số lưu lượng đầu vào, cao độ bể Holding, áp suất đường ống ra [11], [12].

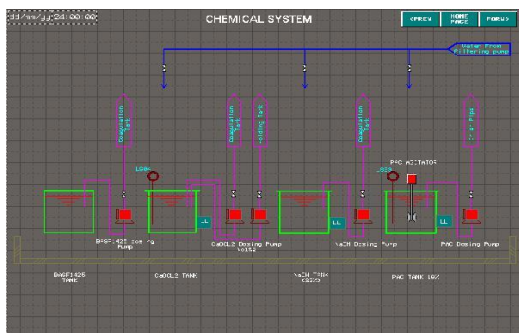
Trạng thái bơm chạy: màu xanh

Trạng thái bơm dừng: màu đỏ

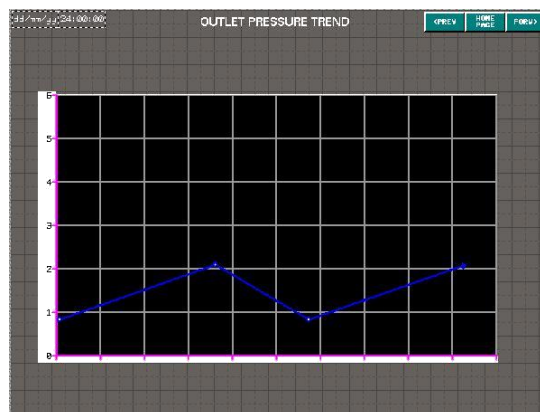
Các lỗi sẽ được cảnh báo bằng biểu tượng “Alarm” trên giao diện. Nhấn vào biểu tượng sẽ đến chi tiết lỗi đang xảy ra của hệ thống.

Người vận hành nên theo dõi các trạng thái, cảnh báo và thông số hiển thị trên HMI để điều chỉnh hệ thống hoạt động tốt hơn. Giao diện quá trình hệ thống xử lý nước được trình bày như Hình 3.

Giao diện quá trình hệ thống cấp hóa chất được trình bày như Hình 4.



Hình 4. Giao diện hệ thống cấp hóa chất



Hình 5. Giao diện đồ thị

Giao diện đồ thị được trình bày như Hình 5.

Kiểm tra trạng thái của các tín hiệu đầu vào là rất quan trọng trong quá trình vận hành, giúp cho người vận hành có thể theo dõi được trạng thái trước đó của quá trình, các giá trị có thể gây lỗi hệ thống, sau đó điều chỉnh các thông số đầu vào cho hệ thống hoạt động được tốt hơn.

Giao diện nhập tham số được trình bày như Hình 6.

Hình 6. Giao diện nhập tham số

Chúng ta cũng có thể nhập thông số từ màn hình cho giá trị pH thấp, thời gian chạy/ dừng cho bơm hóa chất NaOH, cao độ chạy bơm filtering, mức cảnh báo. Trong quá trình hoạt động, người vận hành nên theo dõi giá trị thay đổi pH để điều chỉnh thời gian hoạt động và giá trị pH để hệ thống có được sự phản ứng tốt nhất.

6. Kết luận

Như vậy, với việc nghiên cứu quy trình công nghệ lọc nước thô và thiết kế xây dựng hệ thống lọc nước thô và giao diện giám sát trên HMI đã chứng minh hệ thống làm việc ổn định, đảm bảo theo yêu cầu công nghệ đặt ra, giúp tiết kiệm chi phí trong quá trình xử lý nước, giảm áp lực cho hệ thống lọc RO. Hệ thống có thể sử dụng cho các công ty, khu dân cư vừa và nhỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] H. Yu, T. Zhao, and J. Zhang, "Development of a distributed artificial fish swarm algorithm to optimize pumps working in parallel mode," *Science and Technology for the Built Environment*, vol. 24, no. 3, pp. 248-258, 2018.

-
- [2] M. K. Mazumder, M. N. Horenstein, N. R. Joglekar, A. Sayyah, J. W. Stark, A. A. R. Bernard, S. M. Garner, J. E. Yellowhair, H. Y. Lin, R. S. Eriksen, A. C. Griffin, Y. Gao, R. L. Centra, and A. H. Lloyd, "Mitigation of Dust Impact on Solar Collectors by Water-Free Cleaning With Transparent Electrodynamic Films: Progress and Challenges," *IEEE Journal of Photovoltaics*, vol. 7, no. 5, pp. 1342-1353, Sep. 2017.
 - [3] K. M. Kabir, "Design and Performance Analysis of Renewable Energy Resources for Pure Drinking Water in Coastal Region," M.Sc. Eng. Thesis, Institute of Energy Technology, Chittagong University of Engineering & Technology (CUET), Chittagong, Bangladesh. 2018.
 - [4] X. Liu, and J. Cui, "Economic model predictive control of boiler-turbine system," *Journal of Process Control*, vol. 66, pp. 59-67, 2018.
 - [5] Y. Wang, V. Puig, and G. Cembrano, "Non-linear economic model predictive control of water distribution networks," *Journal of Process Control*, vol. 56, pp. 23-34, 2017.
 - [6] T. G. Pham, *Automation of water supply and drainage facilities*. Construction Publishing House, 2003.
 - [7] T. T. O. Pham, *Community-based trade village environment management, 3-year project 2014 – 2016*, Vietnam Cooperative Union, 2016.
 - [8] V. C. Le, *Adsorption and ion exchange in water and waste water treatment techniques*. Statistical Publishing House, Vietnam, 2002.
 - [9] G. H. Vu, K. H. Tran, T. T. Phan, and V. S. Nguyen, *Electric machines*. Science and Technology Publishing House, Hanoi, 2005.
 - [10] X. M. Tran, and N. H. Nguyen, *Synthesis of electro-mechanical systems*. Vietnam Education Publishing House, Hanoi, 2011.
 - [11] B. Humoreanu, and I. Nascu, "Wastewater treatment plant SCADA application," *IEEE International Conference on Automation Quality and Testing Robotics*, Cluj-Napoca, Romania, 24-27 May 2012, pp. 575-580.
 - [12] T. M. Do, "Scada system and application in industrial wastewater treatment," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 225, no. 6, pp. 192-199, 2020.