

Phương pháp phân tích một số thông số cơ bản để kiểm soát chất lượng nước trong hệ thống nồi hơi

Nguyễn Hoài Nam

Trung tâm Đánh giá Hư hỏng Vật liệu - Viện Khoa học Vật liệu

Nhà B1 - 18 Hoàng Quốc Việt - Cầu Giấy - Hà Nội

Điện thoại: 04 - 7911673 Fax: 04 - 7911673

Webpage: www.comfa.vn

Email comfa@ims.vast.ac.vn

1. Giới thiệu

Rất nhiều hư hỏng trong hệ thống nồi hơi có liên quan đến chất lượng nước cấp. Các hư hỏng này là hoàn toàn có thể phòng tránh được nếu như nước cấp cho nồi hơi đạt được độ sạch cần thiết để không bị đóng cặn trong nồi. Tuy nhiên, theo các số liệu phân tích chất lượng nước cấp cho nồi hơi thấy rằng hầu hết các nguồn nước này không đạt được các yêu cầu (kể cả nước mưa). Như vậy nguồn nước dùng để cấp cho nồi hơi cần phải được xử lý mới có thể sử dụng được. Ngoài ra, để chất lượng nước đạt được các yêu cầu thì không chỉ áp dụng phương pháp xử lý phù hợp mà còn phải lựa chọn hệ thống xử lý đáp ứng đủ công suất nước cấp cho nồi.

Để bảo đảm duy trì được chất lượng nước như mong muốn, việc theo dõi hiệu quả hoạt động của hệ thống xử lý nước là rất cần thiết. Để thực hiện được việc này một cách nhanh chóng và chính xác phải phân tích đánh giá được chất lượng nước sau xử lý. Muốn vậy phải lựa chọn các thông số cơ bản và đặc trưng nhất cho chất lượng nước để phân tích đánh giá. Ngoài ra cũng phải lựa chọn phương pháp phân tích đơn giản để thực hiện và có độ tin cậy cao để có thể thực hiện ở những nơi mà điều kiện không được như trong phòng thí nghiệm. Các chỉ số và phương pháp phân tích được giới thiệu dưới đây phần nào đáp ứng được các yêu cầu đã nêu trên để có thể thực hiện ngay tại vị trí đặt nồi hơi của các nhà máy xí nghiệp. Ngoài ra các phương pháp này cũng rất an toàn và dễ dàng thực hiện để cán bộ vận hành nồi hơi có thể tự làm được mà không cần phải đào tạo nhiều.

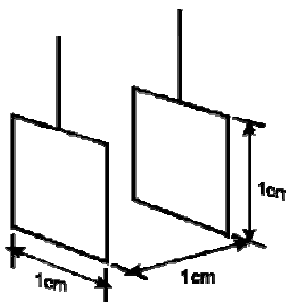
2. Độ dẫn điện

Đo độ dẫn là phép đo khả năng dẫn điện của một dung dịch. Nước tinh khiết hầu như không dẫn điện vì nước phân ly rất ít, nhưng do nước trong tự nhiên luôn có chứa các chất tan trong nó và các chất này khi tan trong nước thì bị phân ly thành các cation (ion tích điện dương) và anion (ion tích điện âm) nên các nguồn nước trong tự nhiên (như nước ao, nước sông, nước ngầm...) đều dẫn điện. Tại một nhiệt độ xác định, độ dẫn điện phụ thuộc vào nồng độ các cation và các anion, tức là phụ thuộc vào thành phần của dung dịch. Đối với nước uống, sinh hoạt, nước mặt thì độ dẫn điện có thể được xem như là thước đo gần đúng cho nồng độ chung của các chất vô cơ trong đó.

Ví dụ: nước nguyên chất có độ dẫn khoảng $0,055 \mu\text{S/cm}$ tương đương với điện trở khoảng $18,2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm} = 18.200.000 \Omega \cdot \text{cm}$ tại 25°C . Độ dẫn của nước mưa là khoảng $10 - 20 \mu\text{S/cm}$, của nước sông, giếng khơi hoặc nước ngầm trong khoảng $100 - 1000 \mu\text{S/cm}$. Độ dẫn của nước lợ thường lớn hơn $1000 \mu\text{S/cm}$ và có thể lên tới $20.000 \mu\text{S/cm}$

2.1 Nguyên tắc

Độ dẫn điện của một dung dịch là phép đo độ dẫn của một đơn vị thể tích dung dịch ở giữa 2 tấm điện cực đặt song song và đối diện nhau (hình 1). Các tấm điện cực thường được làm bằng platin.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý của điện cực đo độ dẫn điện

Độ dẫn điện của dung dịch được đo trực tiếp bằng máy đo độ dẫn điện sử dụng điện cực platin.

2.2 Dụng cụ

- Cốc (nhựa hoặc thủy tinh)
- Máy đo độ dẫn

2.3 Hóa chất

- Nước cất
- Dung dịch có độ dẫn điện chuẩn (thường đi kèm theo máy đo)

2.3 Phương pháp thực hiện

Mẫu nước, sau khi lấy chuyển trực tiếp vào cốc (thể tích của mẫu nước trong cốc phải đủ cao để nhúng ngập hoàn toàn đầu đo đến vạch dấu có sẵn trên điện cực do nhà sản xuất đánh dấu sẵn). Nhúng điện cực vào cốc và khuấy nhẹ để đảm bảo không có bọt khí bị kẹt giữa 2 điện cực trong phần đầu điện cực đo sau đó để yên để máy tự đo.

Đối với một số máy, muốn thực hiện phép đo cần phải thao tác bấm nút trên máy (có thể là nút “Read”) và kết quả đo sẽ được hiển thị trên màn hình của máy đo. Đợi cho kết quả hiển thị trên màn hình dừng hẳn không thay đổi nữa hoặc có chữ “Ready” nhỏ hiện lên trên màn hình thì mới ghi lại kết quả đo.

Sau khi đo xong cần tráng rửa kỹ điện cực bằng nước cất, lấy khăn bông mềm thấm nước và thực hiện bảo quản điện cực theo như hướng dẫn của nhà sản xuất.

3. Độ kiềm

Độ kiềm của nước được định nghĩa là hàm lượng của các chất phản ứng với các axit mạnh, tức là phản ứng với ion hydro. Độ kiềm của nước được chia ra một số loại như sau:

Độ kiềm p (độ kiềm hỗn hợp): Khi trong nước chứa một lượng các muối cacbonat tan hoặc các hydroxyt tan thì pH của nước sẽ lớn hơn 8,2. Trong trường hợp này độ kiềm tương ứng với lượng axit cần dùng để giảm pH của nước xuống tới 8,2 được gọi là độ kiềm hỗn hợp hay kiềm p của nước.

Độ kiềm m (độ kiềm tổng): Khi độ kiềm tương ứng với lượng axit cần dùng để giảm pH của nước xuống tới 4,3 chính là độ kiềm toàn phần m. Đối với nước thiên nhiên, độ kiềm phụ

thuộc chủ yếu vào hàm lượng các muối hidro cacbonat của các kim loại kiềm và kiềm thổ. Trong trường hợp này pH của nước thường không vượt quá 8,2 và độ kiềm này trùng với độ cứng cacbonat và tương ứng với hàm lượng của hydrocacbonat của nước.

3.1 Nguyên tắc

Để xác định độ kiềm của nước cần dùng dung dịch axit mạnh mà nồng độ đã biết trước để chuẩn. Dựa trên thể tích axit đã dùng để chuẩn độ có thể tính toán được độ kiềm của nước.

Để xác định điểm tương đương của phép chuẩn độ dùng các chất chỉ thị axit-bazơ hoặc dùng máy đo pH.

Lượng dung dịch axit tiêu tốn để chuyển pH của nước tới 8,2 tương đương với độ kiềm hỗn hợp p và đến pH 4,3 tương đương độ kiềm tổng (độ kiềm m).

Nếu pH của nước $> 8,2$ thì có độ kiềm hỗn hợp p

Nếu pH của nước $< 8,2$ thì độ kiềm p bằng 0

Nếu pH của nước $< 4,3$ thì độ kiềm bằng 0

3.2 Dụng cụ

- Ống đong các loại
- Bình nón (250 mL hoặc 500 mL)
- Cốc các loại
- Buret (10 mL hoặc 25 mL)

3.3 Hóa chất

- Dung dịch axit HCl chuẩn 0,1 N
- Chỉ thị Phenolphthalein
- Chỉ thị Metyl da cam
- Nước cất

3.4 Phương pháp thực hiện

Chuẩn bị mẫu

Không cần xử lý mẫu trước, trừ trường hợp mẫu chứa cặn lơ lửng thì phải lọc qua giấy lọc có kích thước lỗ $0,45\mu\text{m}$ ngay sau khi lấy.

Tiến hành

Độ kiềm hỗn hợp (p): Dùng ống đong lấy 100 mL mẫu nước cho vào bình nón, thêm vào đó vài giọt chỉ thị phenolphthalein. Nếu nước chuyển sang màu đỏ hoặc hồng nhạt thì thực hiện chuẩn độ bằng dung dịch axit HCl cho tới khi dung dịch mất màu hoàn toàn. Nếu nước không chuyển màu chứng tỏ không có mặt của các chất kiềm hỗn hợp.

Độ kiềm tổng (m): Dùng ống đong lấy 100 mL mẫu nước cho vào bình nón, thêm vào đó vài giọt chỉ thị metyl da cam. Nếu nước chuyển sang màu vàng thì thực hiện chuẩn độ bằng dung dịch axit HCl cho tới khi dung dịch chuyển hoàn toàn sang màu đỏ. Nếu nước có màu đỏ chứng tỏ không có mặt của các chất kiềm.

Tính toán kết quả

Công thức tính toán sau được áp dụng cho việc tính cả 2 loại độ kiềm p và m:

$$\text{Độ kiềm (mg/L CaCO}_3\text{)} = \frac{A \times N \times 1000}{V} \times 50$$

Trong đó:

A: Thể tích dung dịch axit đã chuẩn độ, mL

N: nồng độ axit, N (ở đây là 0,1N)

V: thể tích nước dùng để chuẩn độ, mL

Các chất có ảnh hưởng tới kết quả

Khi có mặt của clo tự do trong nước sẽ ảnh hưởng đến việc xác định điểm tương đương. Lượng CO₂ tự do quá cao cũng ảnh hưởng đến sự chuyển màu của chất chỉ thị ở điểm tương đương.

Các ion silicat, photphat, borat và sulphua cũng bị chuẩn độ cùng, nhưng do hàm lượng của các ion kể trên trong nước thường không đáng kể nên ít ảnh hưởng đến kết quả.

4. Độ cứng

Độ cứng của nước là do các kim loại kiềm thổ chủ yếu là canxi và magiê gây nên. Độ cứng được chia làm hai loại là độ cứng cacbonat và độ cứng phi cacbonat. Lượng ion canxi và magiê tương đương với lượng muối cacbonat và hidro cacbonat (bicacbonat) được gọi là độ cứng cacbonat. Lượng ion canxi và magiê tương ứng với các anion của các axit vô cơ mạnh như clorua, sunphat và nitrat là độ cứng phi cacbonat. Độ cứng toàn phần là tổng của cả hai loại độ cứng trên.

4.1 Nguyên tắc

Axit Ethylene Diamine Tetra Acetic (EDTA) và muối của nó tạo phức càng của với một số ion kim loại. Nếu cho một lượng nhỏ chỉ thị Eriochrome black T (ET-OO) vào dung dịch có ion canxi và magiê và điều chỉnh pH = 10±0.1 dung dịch sẽ có màu đỏ rượu. Khi dùng dung dịch EDTA để chuẩn độ thì canxi và magiê sẽ tạo phức với EDTA. Khi các cation trong dung dịch đã tạo phức hết thì dung dịch sẽ chuyển sang màu xanh, lúc đó cũng là lúc đạt điểm tương đương và kết thúc quá trình chuẩn độ.

Để xác định độ cứng của nước dùng dung dịch EDTA biết trước nồng độ để chuẩn. Dựa trên thể tích EDTA đã dùng để chuẩn độ có thể tính toán được độ cứng của nước.

4.2 Dụng cụ

- Ống đong các loại
- Bình nón (250 mL hoặc 500 mL)
- Cốc các loại
- Buret (10 mL hoặc 25 mL)

4.3 Hóa chất

- Dung dịch đệm amoni (NH₄Cl+NH₄OH)
- Chỉ thị ET-OO (Eriochrome T đen)
- Dung dịch EDTA chuẩn 0,01M
- Dung dịch NaOH 1N

- Dung dịch HCl 1N

4.4 Phương pháp thực hiện

Chuẩn bị phần mẫu thử

Thông thường không cần phải xử lý mẫu trước khi chuẩn độ, trừ trường hợp mẫu có chứa cặn lơ lửng thì phải lọc qua giấy lọc với kích thước lỗ 0,45 μ m ngay sau khi lấy mẫu. Lưu ý rằng lọc có thể làm mất đi một phần canxi và magiê trong mẫu nước đã lọc.

Tiến hành

Dùng ống đong lấy 50 - 100 mL mẫu nước cần xác định độ cứng vào bình nón. Thêm 1 mL dung dịch đệm và một lượng nhỏ chất chỉ thị. Nếu pH của mẫu nước không nằm trong khoảng pH = 6 - 8 thì dùng dung dịch HCl hoặc NaOH để điều chỉnh (nên dùng giấy chỉ thị để kiểm tra trước) rồi mới thêm dung dịch đệm và chỉ thị.

Nếu dung dịch có màu đỏ hoặc tím thì tiến hành chuẩn độ bằng dung dịch EDTA từ buret đồng thời khuấy hoặc lắc đều. Chuẩn độ nhanh lúc đầu và chậm dần khi gần đến cuối. Tiếp tục thêm dung dịch EDTA khi màu của dung dịch bắt đầu chuyển từ màu đỏ hoặc tím sang màu xanh. Sắc thái màu dung dịch không thay đổi nếu thêm một giọt EDTA nữa.

Nếu dung dịch có màu xanh có nghĩa là nước đã mềm và không cần chuẩn độ nữa.

Tính toán kết quả

$$\text{Độ cứng (mg/L CaCO}_3\text{)} = \frac{A \times M \times 1000}{V} \times 100$$

Trong đó:

A: thể tích EDTA đã chuẩn, mL

M: nồng độ của EDTA, M (ở đây là 0,01M)

V: Thể tích mẫu nước dùng để chuẩn độ, mL

Các chất có ảnh hưởng tới kết quả

Các ion nhôm, bari, chì, sắt, coban, đồng, mangan, thiếc, kẽm cản trở việc xác định bởi chúng hoặc cũng bị chuẩn độ với canxi và magiê hoặc chúng cản trở sự chuyển màu của chỉ thị ở điểm cuối.

Ion photphat và cacbonat có thể kết tủa canxi ở pH chuẩn độ. Một số chất hữu cơ cũng có thể cản trở việc xác định.

Tài liệu tham khảo

APHA, AWWA, WPCF (1998). Standard method for the examination of water and wastewater. 20th Edition. Washington DC

Clair N.Sawyer, Perry L. McCarty and Gene F.Parkin (2003). Chemistry for Environmental Engineering and Science. 5th edition. McGraw-Hill

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6224 : 1996 (ISO 6059 : 1984 E) (1996). Hà nội

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6636 – 2 : 2000 (ISO 9963 – 2 : 1994) (2000). Hà nội

Từ Vọng Nghi, Huỳnh Văn Trung, Trần Tử Hiếu (1986). Phân tích nước. Nhà xuất bản Khoa

học và Kỹ thuật. Hà nội.