

ĂN MÒN VÀ BẢO VỆ CHỐNG ĂN MÒN BÊN TRONG HỘP NƯỚC BIỂN LÀM MÁT TRONG THIẾT BỊ BÌNH NGUNG CỦA CÁC NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

Nguyễn Thị Lê Hiền, Phạm Vũ Dũng

Viện Dầu khí Việt Nam

Email: hienntl@vpi.pvn.vn

Tóm tắt

Các nhà máy điện sử dụng turbine hơi (Nhà máy Điện Cà Mau 1 & 2, Nhà máy Nhiệt điện Phú Mỹ 3, Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân 4...) chủ yếu dùng nước biển làm mát cho thiết bị bình ngưng. Thiết bị này bao gồm: giàn ống titan, giá đỡ ống và hộp chứa nước làm mát chế tạo bằng thép carbon. Bài báo phân tích nguyên nhân, cơ chế ăn mòn bên trong của hộp chứa nước biển làm mát của các nhà máy nhiệt điện, từ đó đề xuất các biện pháp kiểm soát ăn mòn hiệu quả.

Từ khóa: Ăn mòn tiếp xúc, hộp nước làm mát, thiết bị bình ngưng, nhà máy nhiệt điện, bảo vệ cathode.

1. Mở đầu

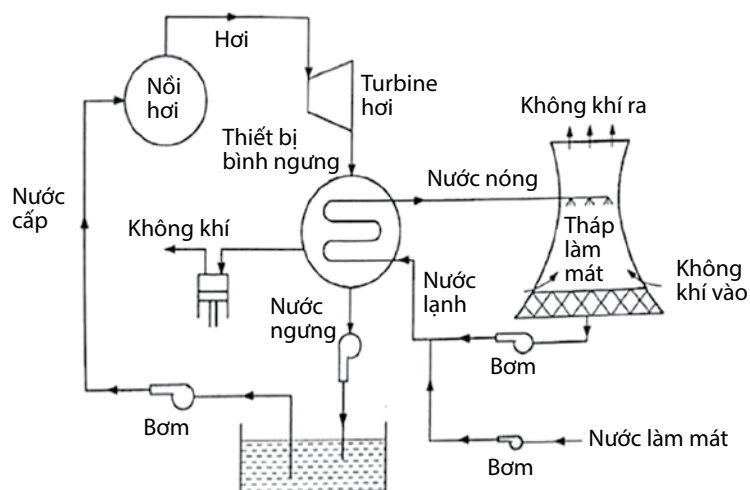
Trong các nhà máy nhiệt điện sử dụng turbine hơi, hệ thống tuần hoàn bình ngưng là bộ phận rất quan trọng quyết định hiệu quả thải nhiệt và hiệu quả của chu trình nhiệt. Tại bình ngưng, hơi quá nhiệt sau khi sinh công được ngưng tụ thành nước nhờ trao đổi nhiệt với nước làm mát qua thành ống trao đổi nhiệt. Nước làm mát thường được lấy từ sông hoặc biển có hàm lượng muối cao, lưu thông trong hệ thống ống trao đổi nhiệt và hộp nước làm mát ở nhiệt độ cao, nên tốc độ ăn mòn và mài mòn rất lớn. Ngoài ra, vật liệu ống trao đổi nhiệt, giá đỡ ống và vật liệu chế tạo hộp nước thường khác nhau nên dẫn đến hiện tượng ăn mòn do tiếp xúc (galvanic). Quá trình ăn mòn diễn ra trong hệ thống tuần hoàn bình ngưng rất phức tạp theo các cơ chế ăn mòn điện hóa dưới dạng ăn mòn cục bộ, nếu không có biện pháp chống ăn mòn hiệu quả thì quá trình ăn mòn sẽ xảy ra rất nghiêm trọng. Việc hư hỏng thiết bị bình ngưng, đường ống dẫn nước làm mát... do ăn mòn ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả chu trình nhiệt, có nguy cơ dẫn đến phải dừng hoạt động của nhà máy điện, gây thiệt hại khó lường về kinh tế và an ninh năng lượng. Bài báo phân tích các nguyên

nhân, cơ chế ăn mòn và đề xuất biện pháp chống ăn mòn cho hộp nước biển làm mát của thiết bị bình ngưng sử dụng giàn ống titan.

2. Nguyên nhân và cơ chế ăn mòn hộp nước làm mát của thiết bị bình ngưng trong các nhà máy nhiệt điện

2.1. Nguyên lý hoạt động của các nhà máy nhiệt điện

Nhà máy nhiệt điện sử dụng nguồn năng lượng bằng hơi nước để quay turbine phát điện (Hình 1). Nước cấp sau khi được xử lý loại bỏ các tạp chất được gia nhiệt trong thiết bị nôi hơi (boiler), chuyển từ trạng thái lỏng thành hơi nước quá nhiệt, hơi nước được dẫn tới turbine hơi cho phép quay turbine hơi và làm chạy máy phát điện. Sau khi đi qua turbine, hơi nước được dẫn tới thiết bị bình ngưng (condenser) và ngưng tụ thành nước. Nước lại được tuần hoàn quay lại hệ thống nôi hơi để hóa hơi và lặp lại chu trình. Khác



Hình 1. Sơ đồ công nghệ chung của nhà máy nhiệt điện

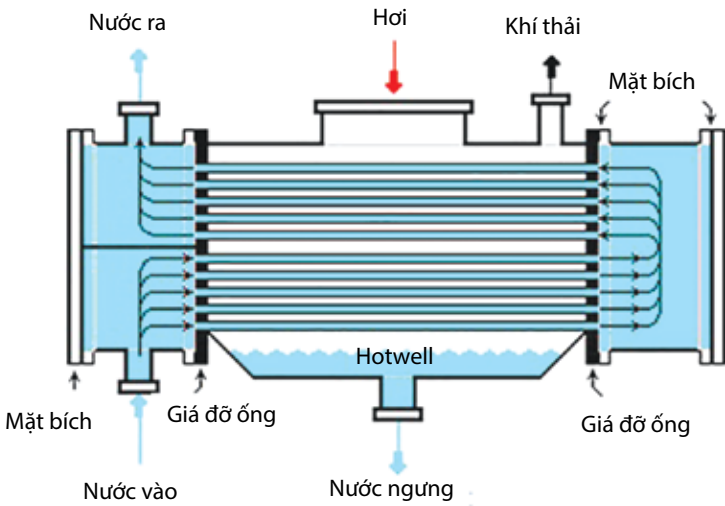
biệt lớn nhất trong thiết kế của nhà máy nhiệt điện là sử dụng các nguồn nhiên liệu khác nhau.

Thiết bị bình ngưng của nhà máy nhiệt điện có vai trò rất quan trọng, cho phép cải thiện hiệu quả của nhà máy điện bằng cách giảm áp suất hơi nước thoát ra từ turbine khí xuống dưới áp suất khí quyển. Thiết bị bình ngưng có cấu tạo và nguyên lý hoạt

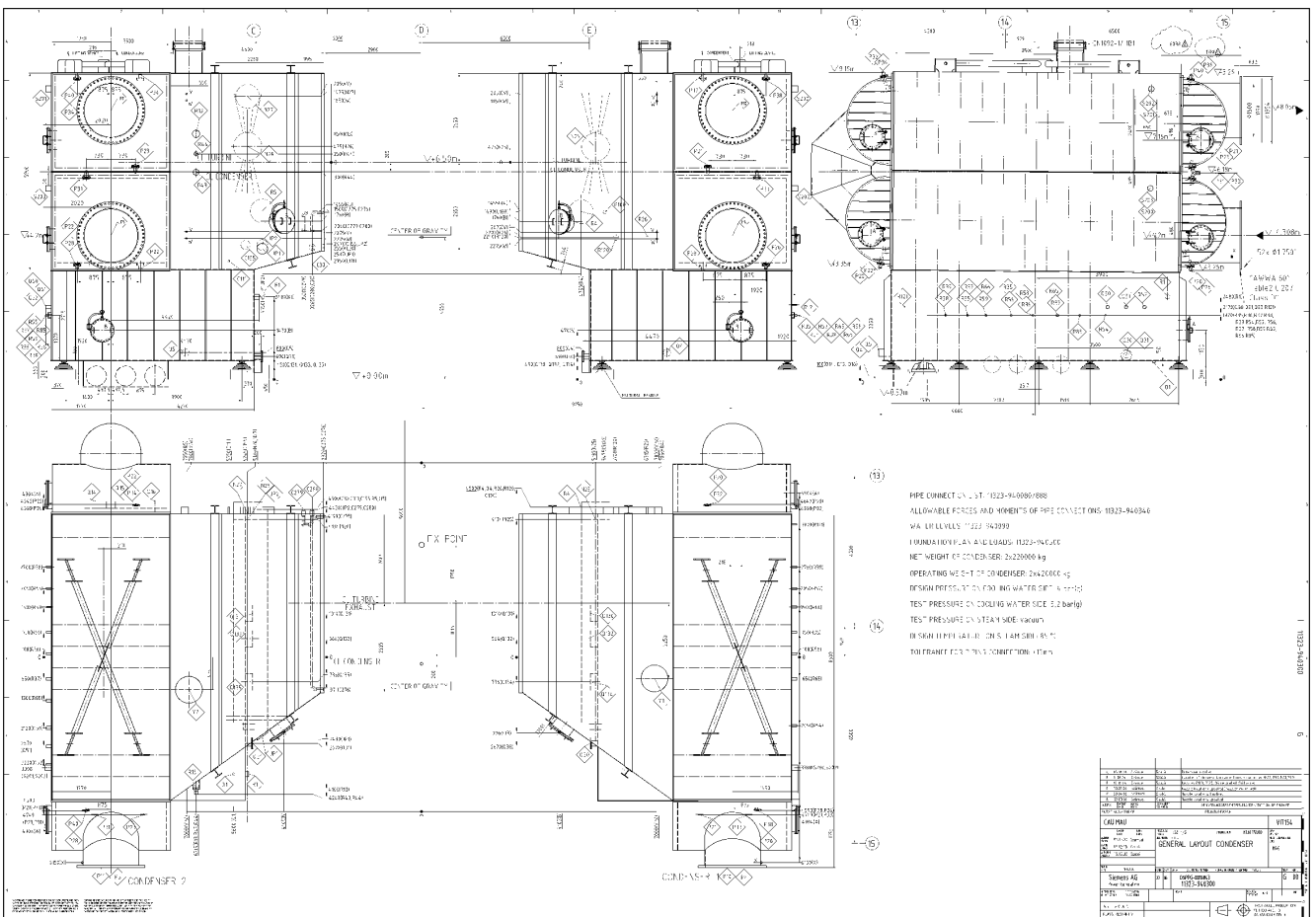
động tương tự như bộ trao đổi nhiệt, trong đó nước làm mát (cooling water) đi trong ống trao đổi nhiệt (thường được chế tạo bằng ống titan hoặc hợp kim đồng), hơi nước thoát ra từ turbine hơi và nước ngưng đi bên ngoài ống [1 - 3]. Nhờ quá trình trao đổi nhiệt qua thành ống, hơi nước quá nhiệt bên ngoài ống được ngưng tụ, thu hồi để cung cấp nguồn nước mềm tinh khiết cho lò hơi và nước làm mát bên trong ống theo hệ thống ống dẫn tuần hoàn về nguồn (biển, hồ, sông hoặc bể nước trong trường hợp sử dụng tháp làm nguội).

Thiết bị bình ngưng (Hình 2) có cấu tạo gồm: vỏ thiết bị (shell), hộp nước (waterbox) thường được chế tạo bằng thép carbon và giá đỡ ống (tube sheet) và giàn ống trao đổi nhiệt (tube) thường được chế tạo từ titan cho phép truyền nhiệt tốt và bền ăn mòn trong nước biển làm mát [4].

Thông thường đối với các nhà máy nhiệt điện, mỗi tổ máy đều sử dụng 2 thiết bị bình ngưng như Hình 3.



Hình 2. Sơ đồ thiết bị bình ngưng

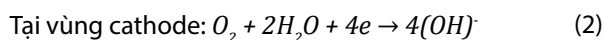
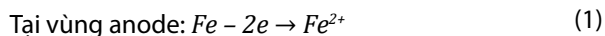


Hình 3. Thiết bị bình ngưng điện hình sử dụng trong nhà máy nhiệt điện

2.2. Cơ chế ăn mòn trong hộp nước biển làm mát

Bình ngưng và hệ thống làm mát bằng nước biển vận hành ở nhiệt độ cao, tiếp xúc với nước biển có hàm lượng muối (ion clorua) cao, chứa lượng oxy hòa tan lớn nên quá trình ăn mòn thép diễn ra mạnh, đặc biệt tại hộp nước biển làm mát. Trên bề mặt kim loại, tồn tại sự chênh lệch điện thế (do các nguyên nhân như: do tiếp xúc giữa các kim loại có bản chất khác nhau, do các quá trình luyện kim, do sự khác biệt về môi trường tiếp xúc giữa các vùng khác nhau hoặc do các tạp chất bám trên bề mặt kim loại...) hình thành các vùng anode và cathode. Vùng có điện thế âm hơn (vùng anode), kim loại có xu hướng mất điện tử (phản ứng 1) giải phóng các ion kim loại và tại vùng điện thế dương hơn (vùng cathode) kim loại có xu hướng nhận điện tử từ các tác nhân gây ăn mòn trong môi trường (phản ứng 2). Tác nhân ăn mòn chính trong môi trường nước biển là oxy hòa tan trong nước. Điện tử sẽ được chuyển từ vùng anode sang vùng cathode trong cấu trúc kim loại hình thành vô vàn các cặp vi pin trên bề mặt kim loại. Kết quả là tại vùng anode kim loại bị oxy hóa

(bị ăn mòn) và tại vùng cathode kim loại không bị ăn mòn kéo theo quá trình ăn mòn cục bộ trên bề mặt kim loại.



Các ion Fe^{2+} và OH^- tạo ra tại vùng anode và cathode kết hợp tạo thành rỉ (các hydroxide/oxide tồn tại dưới dạng $Fe(OH)_x$, $FeOOH$, Fe_xO_y ... kết tủa bám trên bề mặt kim loại. Tuy nhiên, trong môi trường nước biển, sự có mặt các ion Cl^- trong môi trường là tác nhân phá vỡ trạng thái thụ động của kim loại, gây ăn mòn điểm (pitting).

Trong thiết bị bình ngưng, ngoài cơ chế ăn mòn do khử phân cực oxy tại nhiệt độ cao, còn xuất hiện cơ chế ăn mòn do tiếp xúc (ăn mòn galvanic) nghiêm trọng hơn rất nhiều. Do giàn ống trao đổi nhiệt của bình ngưng được chế tạo bằng titan, được gắn trên giá ống và tiếp xúc trực tiếp với hộp chứa nước làm mát. Titan là kim loại hoạt hóa, tuy nhiên trên bề mặt titan luôn hình thành lớp màng thụ động tự nhiên sít chặt có khả năng bảo vệ chống ăn mòn rất tốt, bền trong môi trường trung tính có chứa hàm lượng



Hình 4. Hiện trạng ăn mòn bên trong tại các hộp nước của thiết bị bình ngưng trong Nhà máy Điện Cà Mau

muối cao. Trong môi trường nước biển, do có màng oxide trên bề mặt nên điện thế của titan (-0,2 đến 0,2V so với điện cực Ag/AgCl) dương hơn nhiều so với điện thế của thép (-0,7 đến -0,5V so với điện cực Ag/AgCl). Sự chênh lệch điện thế lớn giữa titan và thép gây ăn mòn galvanic (titan đóng vai trò cathode không bị ăn mòn, thép đóng vai trò anode bị ăn mòn), dẫn đến ăn mòn bên trong hộp thép chứa nước làm mát của thiết bị bình ngưng và tốc độ ăn mòn có thể lớn hơn nhiều so với trường hợp không tiếp xúc với giàn ống titan. Quá trình ăn mòn thép diễn ra mạnh gần vị trí tiếp xúc giữa 2 kim loại, tốc độ ăn mòn thép càng lớn khi diện tích hoạt động của titan càng lớn và diện tích hoạt hóa của thép càng nhỏ.

Ngoài quá trình ăn mòn điện hóa, trong hệ thống còn xảy ra quá trình ăn mòn, xói mòn do sự chuyển động, chảy rối của dòng nước làm mát với lưu lượng lớn, đặc biệt tại các vị trí thay đổi dòng chảy như tại các vị trí gấp khúc (tee, elbow), vị trí thắt (reducer) và tại các đầu vào (inlet) và đầu ra (outlet) của thiết bị...

Một số hình ảnh tại các vị trí ăn mòn đã được ghi nhận thực tế tại hộp nước làm mát của bình ngưng trong Nhà máy Điện Cà Mau 1 (Hình 4).

3. Biện pháp chống ăn mòn cho thiết bị bình ngưng và hệ thống nước làm mát

3.1. Sơn/bọc phủ chống ăn mòn bên trong

Sơn phủ là một trong các biện pháp được sử dụng phổ biến để chống ăn mòn cho kim loại. Lớp phủ bảo vệ kim loại theo cơ chế che chắn, ngăn cản sự tiếp xúc trực tiếp của kim loại với môi trường ăn mòn, do đó độ bền ăn mòn của lớp phủ phụ thuộc vào bản chất, độ bám dính và khả năng sít chặt của lớp phủ. Nếu lớp phủ che phủ toàn bộ bề mặt kim loại, môi trường không tiếp xúc được với bề mặt kim loại thì kim loại được bảo vệ hoàn toàn, không bị ăn mòn. Tuy nhiên trên thực tế, trong quá trình thi công thường không tránh khỏi xuất hiện các khuyết tật, bọt khí... và theo thời gian có sự xuống cấp của lớp phủ. Do đó, môi trường điện ly mang theo các tác nhân ăn mòn có khả năng khuếch tán qua các khuyết tật đến bề mặt kim loại và gây ăn mòn. Các tác nhân ăn mòn và các sản phẩm ăn mòn tạo thành trên bề mặt kim loại gây bong tróc lớp phủ và quá trình ăn mòn tiếp tục xảy ra trên diện sâu và rộng, ngày càng nghiêm trọng nếu không có biện pháp sửa chữa và xử lý kịp thời.

3.2. Bảo vệ cathode chống ăn mòn [5 - 7]

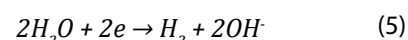
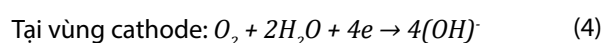
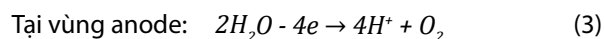
Bản chất của ăn mòn điện hóa là sự chênh lệch điện

thế tạo các cặp pin ăn mòn trên bề mặt công trình kim loại, do đó để giảm hiện tượng ăn mòn, cần khắc phục/hạn chế sự chênh lệch điện thế trên bề mặt kim loại. Phương pháp có khả năng ngăn cản triệt để sự chênh lệch điện thế này là phương pháp bảo vệ cathode.

Bảo vệ cathode là phương pháp hữu hiệu được sử dụng rất phổ biến trên thế giới cho phép bảo vệ chống ăn mòn hiệu quả đối với các công trình bằng kim loại trong môi trường điện ly (môi trường dẫn điện) và bảo vệ chống ăn mòn do tiếp xúc giữa 2 kim loại khác nhau. Bảo vệ cathode là phương pháp cung cấp và duy trì cho công trình cần bảo vệ một dòng điện cathode (dòng mang điện tích âm) đủ lớn, biến toàn bộ công trình thành vùng cathode và kim loại không bị ăn mòn. Hai phương pháp bảo vệ cathode được sử dụng là bảo vệ bằng anode hy sinh và/hoặc bảo vệ cathode sử dụng dòng điện ngoài.

Bảo vệ chống ăn mòn sử dụng anode hy sinh: Gắn công trình cần bảo vệ với các kim loại có điện thế âm hơn. Kim loại có điện thế âm hơn gắn vào công trình đóng vai trò anode, bị hòa tan/ăn mòn theo phản ứng (1) và cung cấp dòng điện tử mang điện tích âm cho công trình và kim loại này được gọi là anode hy sinh. Công trình cần bảo vệ đóng vai trò cathode tại đó xảy ra phản ứng (2) và được bảo vệ không bị ăn mòn. Vật liệu chế tạo anode hy sinh sử dụng hiệu quả trong môi trường nước biển, nước sông có độ dẫn/hàm lượng muối cao là anode nhôm và anode kẽm.

Bảo vệ chống ăn mòn sử dụng dòng điện ngoài (dòng điện cưỡng bức): Dòng điện cathode cung cấp cho công trình cần bảo vệ do một nguồn điện một chiều: Công trình cần bảo vệ được nối với cực âm của nguồn điện và các anode trở đặt trong cùng môi trường điện ly với công trình được nối với cực dương của nguồn điện. Điện cực anode trở được chế tạo từ vật liệu bền ăn mòn, có khả năng dẫn điện tốt do đó không bị hòa tan và các anion hoặc các chất có khả năng bị oxy hóa trong môi trường sẽ xảy ra phản ứng oxy hóa trên bề mặt anode. Trong môi trường nước biển, trên anode trở, chủ yếu xảy ra phản ứng oxy hóa nước như phản ứng (3):



Lựa chọn phương pháp bảo vệ sử dụng anode hy sinh hay sử dụng dòng điện ngoài cần có nghiên cứu đánh giá cụ thể về hiệu quả kỹ thuật và kinh tế.

3.3. Lựa chọn biện pháp chống ăn mòn hiệu quả cho hộp nước làm mát của thiết bị bình ngưng

Thông thường sự kết hợp giữa sơn phủ và bảo vệ cathode là biện pháp hữu hiệu được sử dụng phổ biến nhằm chống ăn mòn cho các công trình thép làm việc trong môi trường nước biển hoặc môi trường có độ dẫn điện cao. Trên cơ sở phân tích nguyên nhân ăn mòn ở trên có thể thấy hiện tượng ăn mòn diễn ra trong hộp nước chứa nước biển làm mát là tất yếu. Việc sử dụng lớp phủ có tác dụng ngăn cản sự tiếp xúc giữa kim loại và môi trường nên có khả năng giảm và hạn chế quá trình ăn mòn. Theo thời gian, lớp phủ sẽ bị mài mòn, hư hỏng dẫn đến nền kim loại tiếp xúc trực tiếp với môi trường điện ly gây ăn mòn điện hóa, đặc biệt tại các khu vực hộp nước tiếp xúc với giàn ống titan có chênh lệch điện thế lớn, lúc này hệ thống bảo vệ cathode phát huy tác dụng bảo vệ triệt để do đó công trình kim loại được bảo vệ an toàn.

Tuy nhiên, việc sử dụng hệ thống bảo vệ cathode chống ăn mòn cho hộp nước bằng thép carbon tiếp xúc với giàn ống trao đổi nhiệt titan trong môi trường nước biển luôn lưu ý để tránh nguy cơ hình thành hydride titan và hiện tượng giòn vật liệu do hydro [8, 9]. Thông thường màng oxide titan tự nhiên hình thành trên bề mặt ống trao đổi nhiệt rất bền cho phép bảo vệ chống ăn mòn titan, khi sử dụng hệ thống bảo vệ cathode, trên bề mặt titan có nguy cơ xảy ra phản ứng khử nước tạo khí hydro, như phản ứng (4). Khi khí hydro sinh ra trên bề mặt titan với hàm lượng đủ lớn có thể hấp phụ tạo hydride titan và có nguy cơ thâm nhập qua lớp oxide đi vào cấu trúc kim loại titan gây giòn và nứt ứng suất vật liệu. Do đó, đối với hệ thống bảo vệ cathode chống ăn mòn cho hộp nước tiếp xúc với giàn ống titan, điện thế giới hạn cho giá và giàn

ống titan phải khống chế và không được âm quá (-0,75V) so với điện cực hydro tiêu chuẩn (tương ứng -1V so với điện cực Ag/AgCl) để tránh hình thành nhiều khí hydro trên bề mặt titan, gây hư hỏng vật liệu [10, 11].

Việc lựa chọn bảo vệ cathode sử dụng anode hy sinh hoặc dòng điện cưỡng bức cần được tính toán thiết kế chi tiết để đảm bảo hiệu quả bảo vệ chống ăn mòn nhưng không gây quá thế dẫn đến hư hỏng giàn ống titan. Tiêu chí lựa chọn giữa phương pháp bảo vệ bằng anode hy sinh và bảo vệ bằng dòng điện ngoài cần căn cứ vào các phân tích ưu điểm và hạn chế như Bảng 1.

Với khả năng hoạt động linh hoạt, không giới hạn quy mô và dễ dàng kiểm soát điện thế bảo vệ trong ngưỡng an toàn, không gây nguy cơ hư hỏng giàn ống trao đổi nhiệt do điều khiển tự động điện thế bảo vệ, hệ thống bảo vệ cathode dùng dòng điện ngoài thường được khuyến cáo sử dụng và đã được sử dụng chống ăn mòn cho hộp nước của bình ngưng tại Nhà máy Nhiệt điện Phú Mỹ 3, đang được tổng thầu lắp đặt cho Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân 4...

Ngoài ra, việc kết hợp lựa chọn loại sơn phủ phù hợp cũng là một yếu tố rất quan trọng quyết định hiệu quả kinh tế của hệ thống bảo vệ cathode. Sơn được sử dụng chống ăn mòn bên trong hộp nước/đường ống dẫn nước làm mát phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Độ bền ăn mòn tại điều kiện vận hành, độ bám dính với nền tốt;
- Tương thích với hệ thống bảo vệ cathode, bền trong môi trường kiềm, ít gây nguy cơ bong tróc lớp phủ tại điện thế âm.

Bảng 1. Ưu điểm và hạn chế khi sử dụng phương pháp bảo vệ cathode sử dụng anode hy sinh và dòng điện ngoài chống ăn mòn cho thiết bị bình ngưng

Bảo vệ cathode bằng anode hy sinh	Bảo vệ cathode sử dụng dòng điện ngoài
<p>Ưu điểm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Không cần nguồn điện; - Đơn giản, dễ lắp đặt, dễ kiểm tra; - Yêu cầu về bảo dưỡng thấp; - Đầu tư thấp, hiệu quả kinh tế cao. 	<p>Ưu điểm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Điều chỉnh điện thế và dòng điện trong phạm vi rộng, linh hoạt; - Hiệu quả bảo vệ cao, có thể cài đặt kiểm soát điện thế tự động, tránh nguy cơ quá thế gây hư hỏng ống titan.
<p>Hạn chế:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khó điều khiển được điện thế và dòng điện yêu cầu; - Không kiểm soát được điện thế, có nguy cơ khử nước tạo khí hydro gây hư hỏng giàn ống titan; - Khối lượng anode yêu cầu lắp đặt lớn gây cản trở dòng chảy. 	<p>Hạn chế:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yêu cầu nguồn điện; - Chi phí lắp đặt, kiểm tra bảo dưỡng và lớn; - Yêu cầu kiểm tra, đánh giá định kỳ bởi các cán bộ trình độ, đào tạo đúng chuyên ngành.
<p>Khắc phục hạn chế:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Thiết kế, lắp đặt anode xa giàn ống titan, hạn chế nguy cơ hư hỏng do giòn hydro theo phương trình (4); - Thay thế anode định kỳ sau mỗi lần bảo dưỡng tổng thể. 	

4. Kết luận

Việc sử dụng các vật liệu khác nhau với điều kiện vận hành khắc nghiệt (nhiệt độ cao, nước biển có lưu lượng lớn và hàm lượng ion clo cao...) là nguyên nhân chính gây ăn mòn tiếp xúc và ăn mòn xói mòn tại hộp nước trong thiết bị bình ngưng. Biện pháp bảo vệ chống ăn mòn kết hợp giữa sơn phủ và hệ thống bảo vệ cathode là một trong các biện pháp hiệu quả được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, việc lựa chọn phương pháp bảo vệ chống ăn mòn giữa sử dụng anode hy sinh và dòng điện ngoài cần được đánh giá kỹ về hiệu quả kỹ thuật và hiệu quả kinh tế, đảm bảo cho công trình hoạt động an toàn.

Giải pháp lắp đặt hợp lý hệ thống bảo vệ cathode sử dụng dòng điện cưỡng bức được khuyến cáo sử dụng cho phép bảo vệ chống ăn mòn bên trong hộp nước làm mát của thiết bị bình ngưng và đường ống dẫn nước làm mát một cách hiệu quả, đã được áp dụng thành công cho nhiều nhà máy điện trên thế giới và tại Việt Nam, đảm bảo duy trì thiết bị hoạt động ổn định, lâu dài, tiết kiệm được thời gian dừng chờ, sửa chữa hàng năm.

Tài liệu tham khảo

1. S.C.Stultz, J.B.Kitto. *Steam: Its generation and use (41st edition)*. The Babcock & Wilcox Company. 2005.
2. Kuppan Thulukkanam. *Heat exchange handbook (2nd edition)*. CRC Press. 2013.
3. Thomas C.Elliott, Kao Chen, Robert Swanekamp. *Standard handbook of powerplant engineering (2nd edition)*. McGraw-Hill Professional. 1997.
4. N.Dobrovitch. *The use of titanium for condenser tube bundles*. International Atomic Energy Agency (IAEA). 2002; 35(19).
5. A.W.Peabody. *Peabody's control of pipeline corrosion (2nd edition)*. NACE International. 2001.
6. Det Norske Veritas (DNV). *Recommended practice DNV RP - B401: Cathodic protection design*. 2017.
7. BS7361. *Cathodic protection - Part1: Code of practice for land and marine application*. BSI. 1991.
8. Luciano Lazzari, Marco Ormellese, Mariapia Pedferri. *CP test on hydrogen embrittlement of titanium alloy in seawater*. NACE International. 2006.
9. Per Olav Gartland, Frode Bjonas, Ronald W.Schutz. *Prevention of hydrogen damage of offshore titanium alloy components by cathodic protection systems*. NACE International. 1997.
10. BS EN 12499. *Internal cathodic protection of metallic structures*. BSI. 2003.
11. Alireza Bahadori. *Cathodic corrosion protection systems: A guide for oil and gas*. Gulf Professional Publishing. 2014.

INSIDE CORROSION AND PROTECTION FOR SEA-WATER COOLING BOX IN CONDENSER OF THERMAL POWER PLANTS

Nguyen Thi Le Hien, Pham Vu Dung

Vietnam Petroleum Institute

Email: hienntl@vpi.pvn.vn

Summary

Steam turbine power plants (Ca Mau 1 and 2, Phu My 3 and Vinh Tan 4 Thermal Power Plants) mostly use seawater to cool their condensers. These condensers consist of titanium tubes, tube sheets and carbon steel (CS) water boxes. This article analyses the inside corrosion problem of sea-water cooling boxes of thermal power stations, and on that basis proposes effective solutions to control the corrosion.

Key words: Galvanic corrosion, sea-water cooling box, condenser, thermal power station, cathodic protection.