

## NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP SỬA CHỮA ỐNG HƠI TRONG CỤM NỒI HƠI NHIỆT THỪA TẠI NHÀ MÁY ĐẠM CÀ MAU

**Lê Hoàng Việt, Nguyễn Thanh Tùng, Nguyễn Duy Hải  
Nguyễn Đắc Tuyên, Bùi Lê Thịnh, Phạm Tuấn Anh**

Công ty CP Phân bón Dầu khí Cà Mau (PVCFC)

Email: vietlh@pvcfc.com.vn

<https://doi.org/10.47800/PVSI.2024.05-06>

### Tóm tắt

Trên các thiết bị trong nhà máy chế biến dầu khí thường xuất hiện tình trạng ăn mòn, nứt... sau thời gian dài vận hành. Mặc dù có quy trình bảo dưỡng sửa chữa nghiêm ngặt từ nhà sản xuất, các quy trình này thường chỉ phù hợp với thiết bị mới và không đáp ứng được yêu cầu thực tế đối với thiết bị đã vận hành trong thời gian dài. Nghiên cứu này phân tích trường hợp bị hỏng ống hơi trong cụm nồi hơi nhiệt thừa tại Nhà máy Đạm Cà Mau, bao gồm xác định vị trí và đánh giá nguyên nhân, từ đó đề xuất giải pháp sửa chữa phù hợp với điều kiện vận hành thực tế của nhà máy.

**Từ khóa:** Ống hơi, cụm nồi hơi nhiệt thừa, sửa chữa, Nhà máy Đạm Cà Mau.

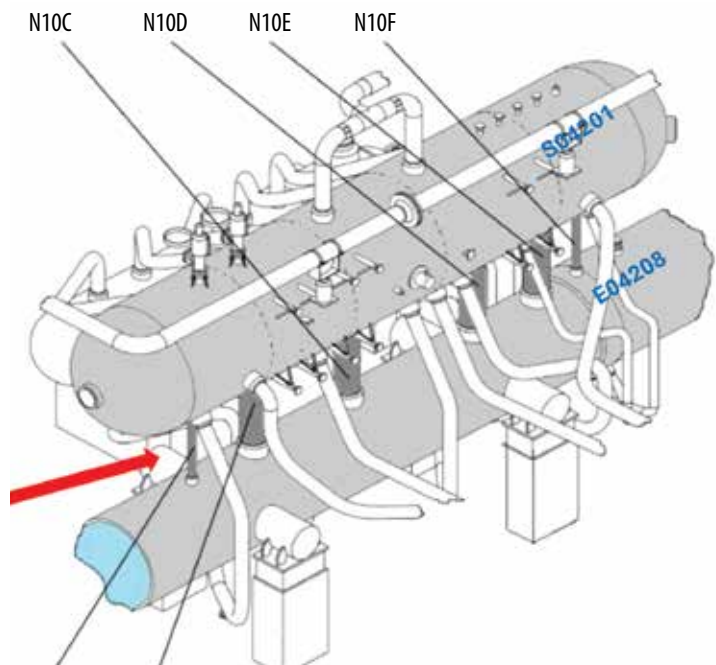
### 1. Giới thiệu

Nồi hơi nhiệt thừa là cụm thiết bị có chức năng thu hồi nhiệt dư từ dòng công nghệ sau khi đi qua các thiết bị phản ứng. Lượng nhiệt này sẽ được sử dụng để sinh hơi qua thiết bị: Nồi hơi nhiệt thừa số 1 (E04208), nồi hơi nhiệt thừa tuần hoàn (E04501), nồi hơi nhiệt thừa số 2 (E04210).

Lượng hơi sinh ra được dẫn vào bao hơi S04201. Vị trí hỏng được phát hiện trên đường ống hơi số 1, đoạn kết nối giữa nồi hơi nhiệt thừa số 1 (E04208) và bao hơi S04201 (Hình 1 và 2).

Sau thời gian dài vận hành, vết nứt được phát hiện trên mối hàn 2a (Hình 2 và 3). Để xác định nguyên nhân hỏng ống hơi, Công ty CP Phân bón Dầu khí Cà Mau (PVCFC) đã tiến hành cắt mẫu để phân tích nguyên nhân. Kết quả cho thấy vết nứt phát triển từ trong ra bên ngoài ống hơi, bắt đầu tại vị trí có ứng suất tập trung cao do chênh lệch giữa 2 mối hàn (3 mm) không được vát chuyển tiếp (Hình 4). Quá trình phát triển của vết nứt có dấu hiệu của hiện tượng mỏi (Hình 5).

Quy trình sửa chữa mối hàn 2a được thực hiện theo 4 bước chính: (1) Cắt bỏ đoạn ống tại mối hàn 2a và 2b (Hình 2) để thay thế bằng đoạn ống mới; (2) thực hiện vát chuyển tiếp theo tiêu chuẩn tại các mối hàn có chiều dày chênh lệch nhằm tránh tập trung ứng suất; (3) hàn sửa đồng thời 2 mối hàn 2a và 2b; (4) xử lý nhiệt bằng cách gia nhiệt ở 200°C và duy trì ở 620°C cho cả 2 mối hàn.



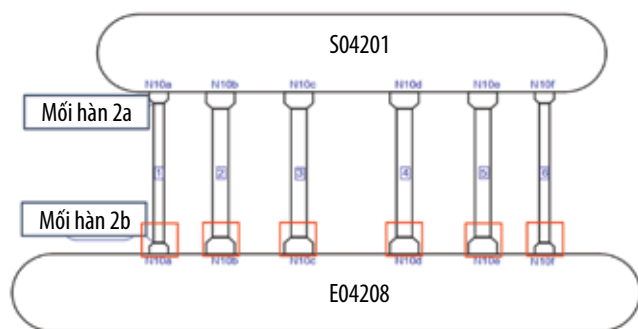
**Hình 1.** Vị trí ống hơi bị hỏng.



Ngày nhận bài: 15/5/2024.

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 15/5 - 28/6/2024.

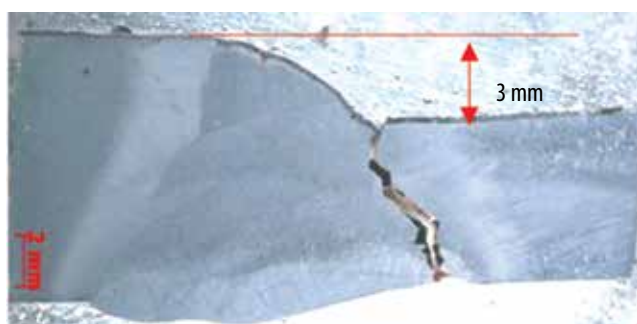
Ngày bài báo được duyệt đăng: 28/6/2024.



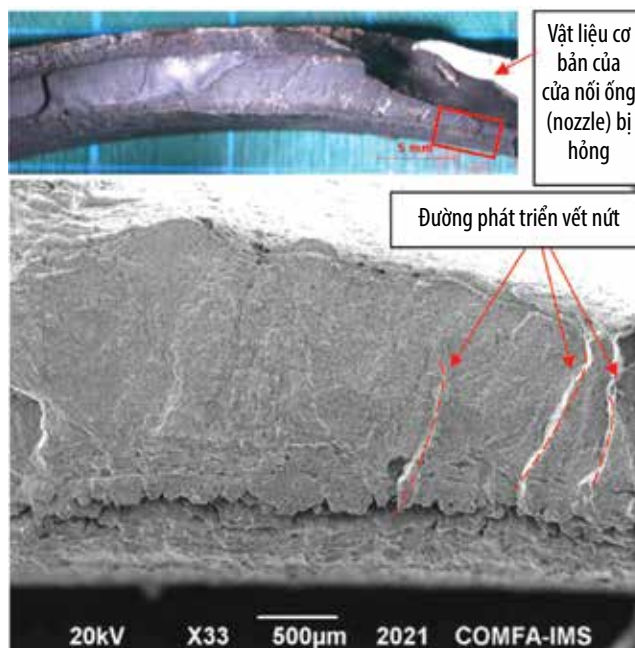
Hình 2. Vị trí mối hàn 2a bị nứt.



Hình 3. Nứt tại chân mối hàn.



Hình 4. Chênh lệch chiều dày tại vị trí nứt 3 mm.



Hình 5. Vết nứt mới phát triển.



Hình 6. Ống hơi bị phồng sau khi sửa lần 1.

Sau lần sửa chữa đầu tiên, xuất hiện hiện tượng phồng trên đoạn ống hơi gần mối hàn 2b, với đường kính tăng từ 168 mm lên 172 mm (Hình 6).

Nguyên nhân của hiện tượng này được xác định do cơ chế giãn nở nhiệt bị hạn chế:

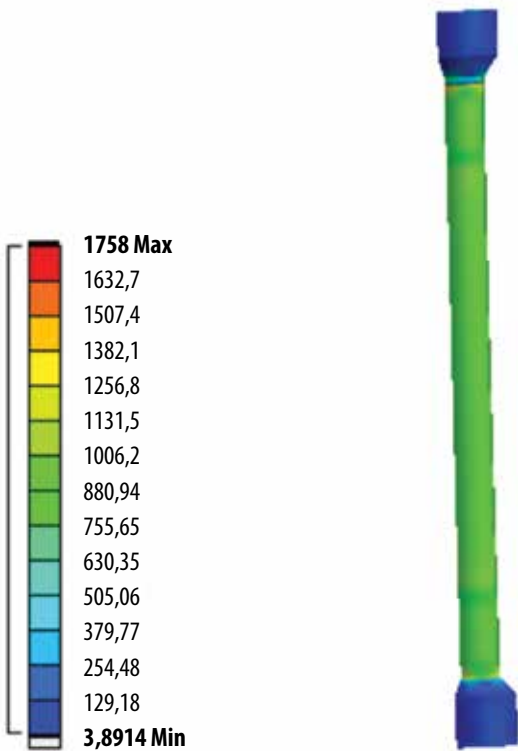
- Theo sơ đồ lắp đặt (Hình 1), đoạn ống hơi bị hỏng

được cố định 2 đầu vào thiết bị S04201 và E04208 tại mối hàn 2a và 2b. Trong quá trình gia nhiệt và xử lý nhiệt, ống hơi giãn nở nhưng không có không gian để giãn nở tự do do bị cố định 2 đầu. Do đó dẫn đến tích tụ ứng suất nhiệt bên trong ống và gây ra biến dạng phồng.

- Ứng suất nhiệt gây phồng ống được mô phỏng bằng phương pháp phần tử hữu hạn (Hình 7). Kết quả tính toán cho thấy hệ số thiết kế của đoạn ống theo ứng suất nhiệt chỉ đạt 0,14, trong khi tiêu chuẩn ASME VIII Div. 2 [1] yêu cầu giá trị tối thiểu là 2,44. Sự chênh lệch lớn giữa hệ số thiết kế thực tế và yêu cầu là nguyên nhân khiến ống không chịu được ứng suất và bị phồng.

**2. Các giải pháp sửa chữa ống hơi bị hỏng trong cụm nồi hơi nhiệt thừa tại Nhà máy Đạm Cà Mau**

Phân tích cho thấy ống hơi bị hỏng do nguyên nhân khác nhau. Lần 1 xảy ra do thiết bị không được vát chuyển tiếp phù hợp, dẫn đến ứng suất tập trung cao và phát triển thành nứt mỗi sau thời gian dài vận hành. Lần 2 xảy ra do quy trình sửa chữa không phù hợp sau lần hư hỏng đầu tiên. Để ngăn ngừa hư hỏng tái diễn, nhóm tác giả



Hình 7. Ứng suất nhiệt gây ra trên ống.

đã xây dựng quy trình sửa chữa mới đảm bảo không gian giãn nở nhiệt ở 2 đầu đoạn ống và loại bỏ ứng suất tập trung. Cụ thể, tất cả mối hàn nối giữa các ống có chiều dày khác nhau cần được vát chuyển tiếp, đồng thời cần áp dụng các giải pháp để đảm bảo không gian giãn nở nhiệt cho ống hơi trong quá trình hàn.

**2.1. Gia nhiệt và xử lý nhiệt đồng thời tất cả các ống**

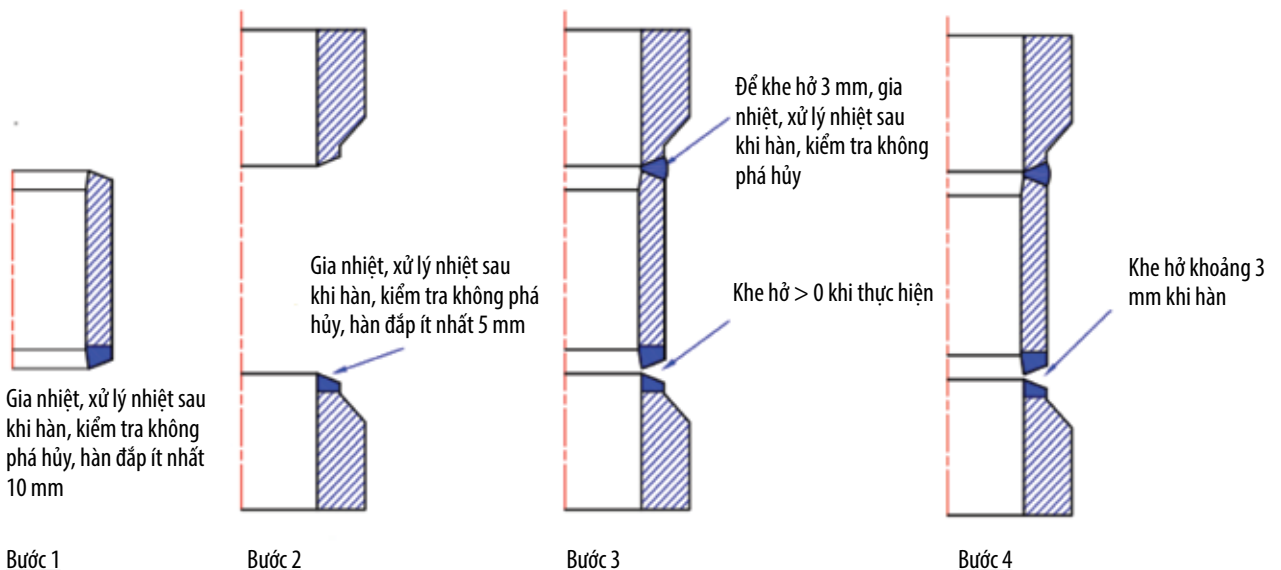
Quy trình hàn từ nhà sản xuất yêu cầu gia nhiệt ở 200°C và xử lý nhiệt ở 620°C cho cả 2 mối hàn 2a và 2b. Để đảm bảo không gian giãn nở nhiệt, quy trình hàn sửa chữa được thực hiện theo 2 bước:

- Bước 1: Hàn, gia nhiệt và xử lý nhiệt mối hàn 2a theo nhiệt độ yêu cầu, trong khi giữ mối hàn 2b ở trạng thái tự do.
- Bước 2: Hàn mối hàn 2b, đồng thời gia nhiệt và xử lý nhiệt các mối hàn của ống số 2 - 6 (khu vực khoanh đỏ phía thiết bị E04208 ở Hình 2) với cùng tốc độ tăng và giảm nhiệt.

**2.2. Gia nhiệt đồng thời tất cả các ống**

Giải pháp này dựa trên nguyên tắc chỉ gia nhiệt trong quá trình hàn mà không cần xử lý nhiệt sau khi hàn cho mối hàn cuối cùng ở bước 2. Để thực hiện giải pháp này, cần xây dựng quy trình sửa chữa mới đáp ứng yêu cầu an toàn và tiêu chuẩn áp dụng.

Theo tiêu chuẩn [2], vật liệu cơ bản cho mối hàn 2b yêu cầu gia nhiệt ở 200°C và xử lý nhiệt ở 620°C. Quy trình hàn mới cần đáp ứng 2 điều kiện: (1) Hàn với kim loại cơ



Hình 8. Chi tiết các bước thực hiện sửa chữa theo giải pháp 2.

**Bảng 1. So sánh ưu nhược điểm của 2 giải pháp**

<b>Giải pháp</b>	<b>Ưu điểm</b>	<b>Nhược điểm</b>
1. Gia nhiệt và xử lý nhiệt đồng thời các ống từ 1 - 6	- Khử toàn bộ ứng suất dư do hàn.	- Việc kiểm soát nhiệt độ đồng thời ở nhiều vị trí gặp khó khăn trong việc đảm bảo tốc độ tăng và giảm nhiệt đồng đều. Đặc biệt ở nhiệt độ cao 620°C, máy và điện trở gia nhiệt có nguy cơ bị hỏng, dẫn đến phải dừng quá trình để giảm nhiệt và thực hiện lại. Điều này có thể gây giảm độ bền của vật liệu do phải xử lý nhiệt nhiều lần.
2. Gia nhiệt đồng thời các ống từ 1 - 6	- Quy trình gia nhiệt chỉ đến 200°C giúp đơn giản hóa quá trình thực hiện. - Không gây ảnh hưởng đến độ bền của các ống bên cạnh.	- Cần lập quy trình sửa chữa mới.

bản cần gia nhiệt và xử lý nhiệt; (2) hàn mối hàn sau cùng (final weld) thì không cần xử lý nhiệt.

Để đạt được yêu cầu này, nhóm tác giả đề xuất sử dụng phương pháp hàn mối (buttering), kỹ thuật hàn đắp vật liệu tương thích lên vật liệu cơ bản về độ bền và tính chất cơ học với ưu điểm là không bắt buộc xử lý nhiệt khi hàn nối các lớp hàn mối với nhau.

Quy trình thực hiện phương pháp hàn mối gồm 2 giai đoạn: (1) Hàn mối cả 2 mép của mối hàn 2b, sau đó tiến hành gia nhiệt và xử lý nhiệt; (2) Hàn nối 2 mép đã được hàn mối, chỉ thực hiện gia nhiệt trong quá trình hàn. Mặc dù có 2 lựa chọn que hàn đáp ứng yêu cầu kỹ thuật là ERNiCr-3 và ER70S-A1, que hàn ER70S-A1 được chọn cho cả 2 công đoạn (hàn mối và hàn nối) do có cơ tính và đặc tính giãn nở nhiệt gần với kim loại cơ bản nhất. Quy trình sửa chữa được thực hiện theo trình tự như Hình 8.

- Bước 1: Chuẩn bị
- + Lập và kiểm tra quy trình hàn mối thông qua các thử nghiệm độ bền theo yêu cầu của tiêu chuẩn ASME IX [3].
- + Cắt và chuẩn bị mép cho đoạn ống hơi 1 cần thay thế.
- + Hàn mối cho mép phía ống của mối hàn 2b, kết hợp với quá trình gia nhiệt và xử lý nhiệt sau khi hàn.
- Bước 2:
- + Sau khi dừng máy, tiến hành cắt bỏ đoạn ống bị phồng.
- + Hàn mối cho mép còn lại (phía thiết bị) của mối hàn 2b, kết hợp với quá trình gia nhiệt và xử lý nhiệt sau khi hàn.
- Bước 3:
- + Hàn mối hàn 2a kết hợp với gia nhiệt và xử lý nhiệt sau khi hàn.

+ Trong quá trình gia nhiệt và xử lý nhiệt, cần đảm bảo khoảng hở giữa các mép mối hàn  $2b > 0 \text{ mm}$  để tránh tiếp xúc, từ đó ngăn ngừa ứng suất nhiệt tác động lên ống.

- Bước 4: Hàn mối hàn 2b để nối 2 mép đã được hàn mối, có gia nhiệt đồng thời các ống hơi 1 - 6.

Sau khi hoàn thành mỗi bước 2, 3, 4, chất lượng mối hàn được đánh giá bằng các phương pháp kiểm tra không phá hủy (NDT), bao gồm kiểm tra từ tính hoặc kiểm tra thẩm thấu kết hợp với kiểm tra siêu âm.

Hai giải pháp gia nhiệt và xử lý nhiệt đồng thời tất cả các ống và gia nhiệt đồng thời tất cả các ống có ưu và nhược điểm riêng, được tổng hợp chi tiết trong Bảng 1 để làm cơ sở cho việc lựa chọn phương án phù hợp.

### 3. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy, giải pháp gia nhiệt đồng thời tất cả các ống được lựa chọn để sửa chữa ống hơi do có nhiều ưu điểm, dễ thực hiện và đáp ứng yêu cầu tiêu chuẩn. Trên cơ sở đó, có thể rút ra 3 bài học quan trọng:

- Sửa chữa thiết bị đang vận hành đòi hỏi phân tích nhiều yếu tố, đặc biệt cần chú ý đến không gian giãn nở nhiệt tại các vị trí yêu cầu gia nhiệt và xử lý nhiệt để tránh ứng suất nhiệt tác động lên thiết bị.
- Quy trình sửa chữa từ giai đoạn chế tạo có thể không phù hợp với thiết bị đã lắp đặt và vận hành tại nhà máy.
- Giải pháp này có tiềm năng ứng dụng rộng rãi cho các trường hợp tương tự, khi đường ống hoặc thiết bị có định 2 đầu.

### Tài liệu tham khảo

[1] American Society of Mechanical Engineers (ASME), "Rule for construction of pressure vessel: Division 2 - Alternative rules", 2023. [Online]. Available: <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/>

bpvc-viii-2-bpvc-section-viii-rules-construction-pressure-vessels-division-2-alternative-rules/2023/print-book.

[2] AD 2000 Merkblatt, PED.

[3] American Society of Mechanical Engineers (ASME), "Qualification standard for welding and brazing procedures, welders, brazers, and welding and brazing operators", 2019.

[4] American Society of Mechanical Engineers (ASME), "Welding, brazing, and fusing qualifications", 2023. [Online]. Available: <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/bpvc-ix-bpvc-section-ix-welding-brazing-fusing-qualifications/2023/print-book>.

---

## A SOLUTION TO REPAIR RISER PIPE OF WASTE HEAT BOILER IN FERTILIZER PLANT

**Le Hoang Viet, Nguyen Thanh Tung, Nguyen Duy Hai**

**Nguyen Duc Tuyen, Bui Le Thinh, Pham Tuan Anh**

Petrovietnam Ca Mau Fertilizer Joint Stock Company (PVCFC)

Email: vietlh@pvfc.com.vn

### Summary

Equipment in oil and gas processing plants frequently encounters problems like corrosion and cracking after prolonged use. Although manufacturers provide stringent maintenance and repair protocols, these are typically designed for new equipment and often fall short of meeting the practical needs of older, long-running machinery. This study examines the failure of a riser pipe in the waste heat boiler system at Ca Mau Fertilizer Plant, pinpointing the failure location and assessing the cause, and then proposing a repair solution tailored to the plant's actual operational conditions.

**Key words:** Riser pipe, waste heat boiler, damage, repair, Ca Mau Fertilizer Plant.