

**PHÂN TÍCH HƯ HỎNG CÁC CHI TIẾT CHỊU MÀI MÒN  
TRONG NHÀ MÁY MÍA ĐƯỜNG VÀ BIỆN PHÁP PHỤC HỒI**  
***WEAR FAILURE ANALYSIS OF ROLLER SHAFTS  
IN SUGARCANE MILLS AND REPAIR PROCEDURE***

Nguyễn Đức Thắng<sup>(1)</sup>, Lê Huy Cẩm<sup>(2)</sup>, Nguyễn Tuấn Hiếu<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Trung tâm Đánh giá không phá hủy;

<sup>(2)</sup> Cty CP Tư vấn và Đào tạo CTWEL;

<sup>(3)</sup> Viện Công nghệ Hà Nội.

**ABSTRACT**

*This paper demonstrates the process of research survey on abrasive wear of sugar cane press shaft and threestar gear in sugarcane mills. They withstand under impact loads, fatigue, axit environment, poor lubrication conditions, as well as unreasonably geometric profiles, so they are quickly worn and broken. From a primary pWPS, based on testing with reliable PQR, the design of shaft restoring procedure through hard facing welding with essential variables of welding procedure specification (WPS) is correctly and adequately calculated. After turning, all the details meet the technical requirements and life time extended by 70 – 80% first time.*

*Các chi tiết như trục ép, bánh răng tam tinh trong nhà máy mía đường làm việc chịu tải trọng va đập, môi trường axit, điều kiện bôi trơn kém, cũng như biên dạng hình học chưa hợp lý, nên nhanh chóng bị mài mòn và hỏng. Từ việc phân tích hư hỏng do mài mòn của hệ trục ép, đã thiết kế quy trình phục hồi dạng mài mòn điển hình này bằng hàn đắp, nhiệt luyện và tiện tinh. Đã thiết kế được quy trình hàn gồm các biến số hợp lý, nhiệt luyện với tốc độ nung, nguội, nhiệt độ và thời gian thích hợp. Đồ gá cho hàn đắp được thiết kế và chế tạo tại từng xưởng. Cuối cùng là phiếu nguyên công tiện. Sản phẩm phục hồi có tuổi thọ bằng 70 – 80% chi tiết lần đầu.*

*Key words: sugar cane, roller shaft, WPS, turning.*

*Từ khóa: Mía đường, trục ép, Bản thông số quy trình hàn, tiện.*

**1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Các hệ thống thiết bị của nhà máy mía đường làm việc trong điều kiện chịu tải trọng lớn, va đập, môi trường axit ... vì vậy, các chi tiết nhanh chóng bị mài mòn, ăn mòn và hỏng. Do điều kiện làm việc khắc nghiệt nên tuổi bền bị giảm ảnh hưởng đến tính làm việc liên tục của nhà máy nhất là trong khi đang vào vụ.

Khảo sát cho thấy tại mỗi nhà máy mía đường theo công nghệ Trung quốc (khoảng 30 nhà máy), năng suất từ 2500 – 3500 T mía/ngày, có 15 – 18 trục lô ép, cùng hệ bánh răng

tam tinh. Với số lượng bánh răng và trục nhiều như vậy, việc phục hồi chúng sau một thời gian làm việc để đảm bảo năng suất và hiệu quả là nhiệm vụ rất quan trọng.

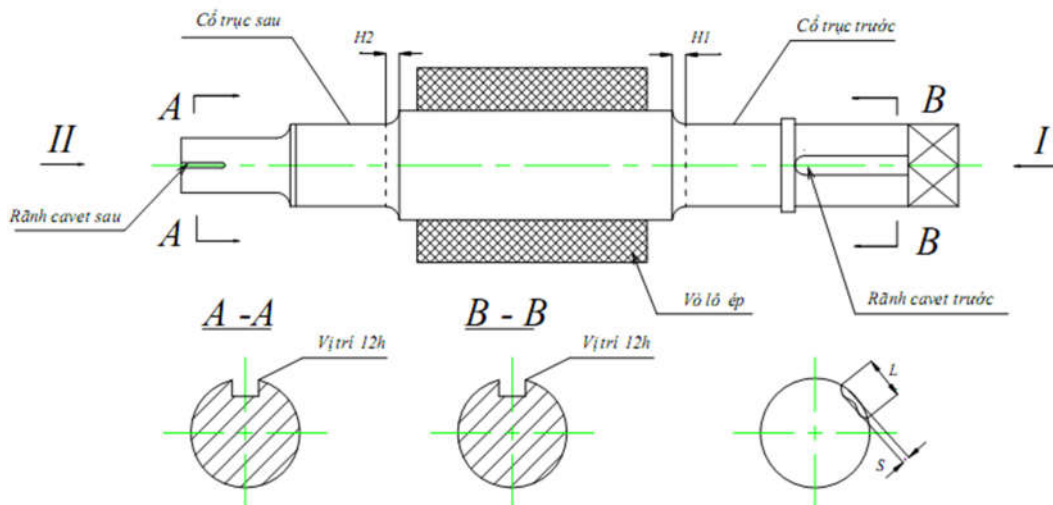
Hệ thống thiết bị có hình dáng, kích thước, vật liệu, cơ tính cũng như tính chất hóa lí của các trục ép, bánh răng khác nhau. Để có một quy trình công nghệ điển hình phục hồi các chi tiết này là việc không dễ dàng.

Việc phục hồi trục, bánh răng tam tinh tại chỗ gồm hai nguyên công chính là hàn đắp và tiện/ mài. Công nghệ tại những nơi đó chưa hoàn chỉnh nên chất lượng không đều, hoặc lại gây nên biến dạng nứt gãy.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Cấu tạo

Trục lô ép tại các nhà máy tuy có hình dáng và kích thước khác nhau, nhưng chúng đều có dạng như hình vẽ, đó là trục thép và sơ mi gang lắp chặt bên ngoài, moment được truyền qua các rãnh then và bánh răng ăn khớp ngoài. Tại hai đầu của trục có ngõng trục quay trong ổ trượt bằng đồng thanh với bôi trơn thủy động. Bạc đồng mòn nhanh hơn trục và được thay thế dễ dàng từ các cơ sở chế tạo trong nước.



Khi làm việc các trục lô ép bị mòn chủ yếu là sơ mi gang với dạng hỏng chủ yếu là các rãnh, răng bị vỡ. Phục hồi có thể bằng hàn gang và gia công cắt gọt. Nhưng trục ép bằng thép làm việc trong thời gian dài trong điều kiện chịu tải trọng va đập lớn, những dạng hỏng chủ yếu là mòn, rỗ, phá hủy mỏi. Khi phục hồi trục không thể tháo vỏ lô gang ra nên nếu chỉ hàn đắp thông thường sẽ bị nứt vỡ trục hoặc quả lô gang.

### 2.2. Phương pháp khảo sát phân tích hư hỏng

Quả lô ép của nhà máy đường trọng lượng khoảng 6 tấn, dài 3500mm, ngõng trục có kích thước nguyên bản là:  $D = 350\text{mm}$ ;  $L = 432\text{mm}$

Do chịu tải trọng thay đổi, môi trường làm việc có tính axit

nên dạng hư hỏng thường là mỏi, mài mòn, trên bề mặt ngông trục đầy những khuyết tật nứt, rỗ. Kích thước tại ngông trục kiểm tra đo được còn  $\Phi 340 - 345\text{mm}$ . Độ cứng bề mặt 160 – 170 HB.

Để phát hiện khuyết tật trong quá trình sử dụng, người ta dùng các phương pháp kiểm tra không phá hủy NDT bao gồm kiểm tra ngoại dạng (VT), kiểm tra bằng thấm mao dẫn (PT), kiểm tra bằng siêu âm (UT). Sau đó là kiểm tra kim tương theo cấu trúc tế vi.

Thành phần hóa học là thông số rất quan trọng có ảnh hưởng mạnh đến chất lượng sau khi hàn đắp cũng như gia công cơ sau đắp. Đối với trục máy ép mía thành phần hóa học được cho trong bảng dưới đây.

Vị trí	Fe (%)	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cr (%)
Đầu trục	97,9	0,361	0,275	0,787	0,0097	0,057	0,095
Phần côn	97,9	0,367	0,284	0,763	0,0117	0,046	0,0998

### 2.3. Phục hồi bằng hàn đắp

Hàn đắp là phương pháp công nghệ bề mặt được áp dụng rộng rãi trong phục hồi, sửa chữa các bề mặt chi tiết máy. Kỹ thuật hàn tiên tiến hiện nay cùng với sự phát triển mạnh của công nghệ vật liệu cho phép phục hồi bề mặt các chi tiết quan trọng, bị mài mòn và hư hỏng trong quá trình sử dụng, đạt chất lượng tốt và đem lại hiệu quả kinh tế cao.

Trong thực tế người ta đã hàn phục hồi bề mặt các chi tiết phức tạp và có độ chính xác cao như trục khuỷu, trục cam, trục liên bánh răng, trục cán, gối đỡ, má nghiền và các chi tiết phức tạp khác làm việc chịu tải trọng nặng, các loại trục ép mía, cánh khuấy, các loại cylinder máy ép thủy lực, cánh turbine...

Bề mặt các chi tiết máy sau phục hồi có khả năng làm việc không kém các chi tiết mới; trong nhiều trường hợp phục hồi bằng hàn đắp còn có thể làm tăng được một số đặc tính của bề mặt chi tiết như độ cứng, khả năng chịu mài mòn... đồng thời làm tăng tuổi thọ của chi tiết máy. Đặc biệt đem lại hiệu quả kinh tế là giá thành sau phục hồi chi tiết máy chỉ bằng (30 ÷ 50)% so với giá thành chi tiết mới. Để phục hồi cần giải quyết hai vấn đề cơ bản:

- Đảm bảo chất lượng lớp đắp (độ bền mòn)
- Đảm bảo các tính chất cơ bản (độ bền mỏi, ứng suất và biến dạng)

Đa số các trường hợp hàn phục hồi các bề mặt làm việc chịu mài mòn thường dùng công nghệ hàn đắp dưới lớp thuốc hàn kết hợp với xử lý nhiệt sau khi hàn (nhiệt luyện), điều này ảnh hưởng rất nhiều đến chất lượng và năng suất phục hồi.

## 3. QUÁ TRÌNH PHỤC HỒI

### 3.1. Nguyên công hàn

#### 3.1.1. Chuẩn bị mối hàn

Làm sạch ngông trục, kiểm tra bề mặt, phát hiện các khuyết tật rỗ, nứt. Loại bỏ các vết lõm chứa dầu mỡ, các vảy kim loại bị bong tróc bám dính ở bề mặt ngông trục.

#### 3.1.2. Vật liệu hàn

Điện cực: Chọn vật liệu hàn đắp dạng dây cho hai quá trình hàn GMAW và FCAW.

Khí bảo vệ: Hàn GMAW dùng khí CO<sub>2</sub> bảo vệ. Hàn FCAW với loại dây không cần khí bảo vệ, nhưng để làm mát mỏ hàn vẫn dùng khí CO<sub>2</sub> với lưu lượng nhỏ.

### 3.1.3. Xử lý nhiệt trước, trong và sau khi hàn

Thép chế tạo trực là thép carbon trung bình với đường kính lớn nên cần nung sơ bộ trước khi hàn lên nhiệt độ 200 °C có dùng cách nhiệt. Trong quá trình hàn phải hàn liên tục không để nhiệt độ vật hàn nguội xuống dưới 200 °C.

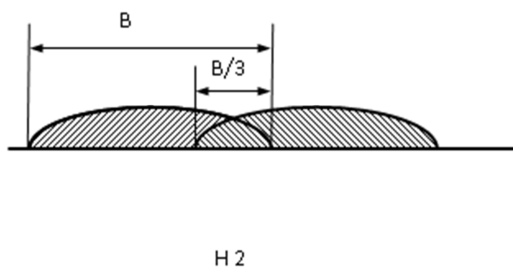
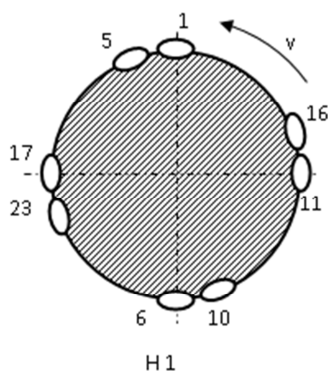
Sau khi hàn xong phải xử lý nhiệt (PWHT).

### 3.1.4. Kỹ thuật hàn

i) Lớp hàn lót: Dùng dây đặc GMAW

- Hàn theo đường sinh, liên tục và đối xứng (hình 1)
- Thực hiện hàn đường hàn sau ngược hướng với đường hàn trước để ứng suất của đường hàn sau khử bớt ứng suất của đường hàn trước.
- Chiều rộng một đường hàn là (12 ~ 15) mm
- Chiều rộng đường hàn sau đè lên 1/3 chiều rộng của đường hàn trước (hình 2)

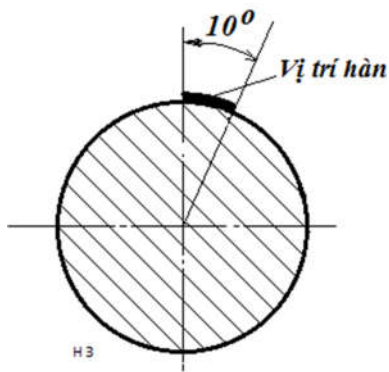
Đường kính dây	Cường độ	Điện áp hàn	Tốc độ hàn	Lưu lượng khí	Năng lượng đường
$\Phi = 1,6 \text{ mm}$	$I = 250 - 300 \text{ (A)}$	$U = 30 \text{ (V)}$	$v = 400 \text{ (mm/ph)}$	$q = 20 \text{ (l/ph)}$	$Q_d = 1.11 \text{ (kJ/mm)}$



ii) Lớp hàn phủ: Dùng dây lõi thuốc FCAW

- Hàn theo chu vi bằng dây lõi thuốc
- Tư thế hàn bằng (hình 3), mỗi đoạn hàn dài (60 ~ 70) mm thì dừng lại.
- Chiều rộng một đường hàn là (12-15) mm.
- Trước khi hàn đoạn hàn sau phải làm sạch xỉ hàn ở đầu của đoạn hàn trước bằng búa gõ xỉ và bàn chải sắt.

Đường kính dây	Cường độ	Điện áp hàn	Tốc độ hàn	Lưu lượng khí	Năng lượng đường
$\Phi = 1,6 \text{ mm}$	$I = 200 - 300 \text{ A}$	$U = 30 \text{ V}$	$v = 400 \text{ mm/min}$	$q = 5 \text{ l/min}$	$Q_d = 1.01 \text{ kJ/mm}$



### III.1.5. Quá trình thực hiện

#### i) Gá trục lên máy tiện.

- Làm sạch bề mặt cần hàn đắp và vùng lân cận, sau đó kiểm tra bằng kính lúp phóng đại 5 lần.
- Sử dụng lớp cách nhiệt quanh phần vỏ gang để chống tản nhiệt làm nguội vỏ gang.
- Nung nóng sơ bộ trục bằng mỏ hơ đến khi nhiệt độ của trục đạt khoảng 200 °C
- Biện pháp tiếp “mát” hàn: Đây là kĩ thuật khó và chỉ có thể thực hiện được trong điều kiện cụ thể

#### ii) Hàn lớp lót

- Trục to và đường hàn ngắn, để giảm công sức nên hàn 5 đường hàn liên tiếp rồi mới quay trục để hàn.
- Hàn liên tục, nếu dừng thì dùng mỏ hơ gia nhiệt để duy trì nhiệt độ cho trục không hạ nhiệt xuống thấp quá.
- Trong khi hàn không hơ gia nhiệt bổ sung.

#### iii) Hàn lớp phủ

- Trước khi hàn lớp phủ cần kiểm tra toàn bộ bề mặt hàn đắp lớp lót, mài bỏ chỗ cao, chỗ bị rỗ khí và các hạt kim loại bắn toé.
- Tập trung hơ gia nhiệt để hàn như khi hàn lớp lót.

### III.2. Tiện tinh

Sau khi hàn xong bề mặt xì xì, độ nhẵn rất thấp nên phải tiến hành gia công cơ đạt độ chính xác hình học và chất lượng cơ học. Nguyên công này được thực hiện trên máy tiện của phân xưởng.

- Sau khi tiện thô thì kiểm tra bề mặt, đánh dấu các khuyết tật cần sửa chữa.
- Dùng máy mài cầm tay để mài bỏ toàn bộ các khuyết tật: Rỗ khí, lõm, không ngẫu ở chỗ nối mối hàn, ngâm xỉ. Mài bớt chỗ cao vừa hàn để tiện có lượng dư đều.
- Tiện bán tinh với chế độ cắt tra theo bảng trong công nghệ chế tạo máy.

- Tiện tinh với chế độ cắt tra theo bảng trong công nghệ chế tạo máy. Tốc độ cắt  $V = 30 \text{ m/min}$ , chiều sâu cắt  $t = 0.2 - 0.3 \text{ mm}$ , lượng chạy dao  $s = 2 - 3 \text{ mm/vòng}$ .
- Đánh bóng bề mặt bằng bánh giấy ráp lắp vào máy mài cầm tay.

#### IV. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sau khi hàn và tiện xong trục đã hoàn thành với chất lượng và kích thước đạt yêu cầu. Để đạt được điều này cần qua các phép đo nhằm xác định chính xác các thông số.

1. Đo nhiệt độ: Dùng súng bắn nhiệt IR – TAP để đo nhiệt độ bề mặt cổ trục khi gia nhiệt. Vì đo bằng phương pháp hồng ngoại và việc gia nhiệt không đều nên nhiệt độ thay đổi theo từng vị trí. Phạm vi nhiệt độ đo được từ  $120 - 200 \text{ }^\circ\text{C}$ .
2. Kiểm tra khuyết tật trong quá trình hàn và ngay sau khi tiện thô xong từng lớp hàn. Do điều kiện sản xuất, sửa chữa nên sử dụng phương pháp kiểm tra bằng mắt thường (VT) được hỗ trợ bằng kính lúp. Đây là phương pháp có thể chấp nhận được, đạt độ tin cậy và rẻ tiền. Mỗi khuyết tật sẽ được xử lý ngay.
3. Kiểm tra kích thước đường kính sau từng lần tiện thô và sau khi tiện tinh xong. Dùng thước và compa đo của nhà máy để đo kích thước. Kích thước cuối cùng đo bằng compa và thước đo mm (của nhà máy đường) là:  $D = (349,6 | 349,7) \text{ mm}$ ,  $L = (432/433) \text{ mm}$ .
4. Kiểm tra độ cứng sau khi tiện tinh. Dùng máy đo độ cứng Chino để đo ở nhiều vị trí trên bề mặt cổ trục. Độ cứng đều ở trong khoảng  $(190 - 220) \text{ HB}$
5. Sau khi tiện tinh dùng kính lúp phóng đại 5 lần để kiểm tra lần cuối để phát hiện các khuyết tật bề mặt của cổ trục. Không phát hiện có khuyết tật. Do không đo được độ nhám bề mặt nhưng có thể căn cứ vào chất lượng của tiện tinh để xác định được độ nhám  $R_a = 2,5 - 1,25 \text{ } \mu\text{m}$ .
6. Sau khi dỡ áo gang dùng kính lúp độ phóng đại 5 lần để kiểm tra phát hiện vết nứt ở mặt đầu của áo gang phía gần chỗ hàn. Không phát hiện có khuyết tật.

#### V. KHUYẾN NGHỊ

Ngoài việc phục hồi ngỗng trục và bánh răng tam tinh, nhóm nghiên cứu còn phục hồi và sửa chữa bánh răng trong hộp giảm tốc turbine của nhà máy đường Lam sơn. Đây là bánh răng có số răng  $Z=16$  và module  $m=8$ , vật liệu bằng thép tương đương với 40XH. Với chế độ hàn và gia công cơ được thiết kế, chất lượng của sản phẩm đều tốt.



Qua thử nghiệm phục hồi với hai nhóm chi tiết điển hình trong 5 nhà máy mía đường và sau một vụ làm việc, thấy rằng chất lượng sản phẩm vẫn tốt. Điều này mở ra cơ hội cho việc phục hồi các chi tiết chịu mài mòn trong các nhà máy mía đường với quy mô và quy trình hoàn chỉnh.

### ***Tài liệu tham khảo***

1. Nguyễn Đức Thắng (chủ biên) và tập thể. **Đảm bảo chất lượng hàn**, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2009.
2. Ngô Lê Thông. **Công nghệ Hàn điện nóng chảy**, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2007.
3. Trần Mạnh Hùng (chủ biên) và tập thể. **Công nghệ sản xuất đường mía**, NXB Nông nghiệp, Hà nội, 2000.
4. AWS D1.1/D1.1M:2010 An American National Standard Structural: Welding Code—Steel