

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THẨM C-N CHO CÁC LOẠI BÁNH RĂNG TRÊN THIẾT BỊ THẨM CACBON CỦA HÃNG SANYUNG (SY-829-3)

APPLICATION OF CARBONITRIDING TECHNIQUE FOR GEARS BY USING SANYUNG CARBURIZING FURNACE EQUIPMENT (SY-829-3)

Nguyễn Hồng Sơn¹, Nguyễn Hồng Linh²

¹Trường Đại học Giao thông Vận tải

²Trường Đại học Điện lực

TÓM TẮT

Công nghệ thẩm C-N đã đang được sử dụng rộng rãi ở các nước công nghiệp phát triển. Tại Việt Nam, đã có một số nghiên cứu áp dụng công nghệ này. Tuy nhiên, các kết quả nghiên cứu vẫn ở mức độ khiêm tốn. Công nghệ thẩm C-N có nhiều ưu điểm so với công nghệ thẩm C đối với một số chủng loại sản phẩm. Do điều kiện quy mô sản xuất nhỏ nên các doanh nghiệp không đầu tư thiết bị chuyên dụng để thẩm C-N nên việc cải tạo thiết bị để thẩm C-N trên các lò thẩm C có ý nghĩa thiết thực trong thực tế sản xuất. Trong nội dung nghiên cứu, thiết bị chuyên thẩm C của hãng SanYung đã được cải tạo và ứng dụng để thẩm C-N cho một số loại bánh răng của xe ô tô Komatsu HM-400-2R để đạt các yêu cầu kỹ thuật.

Từ khóa: Công nghệ thẩm C-N; Bánh răng; Chế tạo.

ABSTRACT

Carbonitriding technique was used widely in the developed countries. In Vietnam, there were some researches concentrating to Carbonitriding technique. However, this technique was still limitedly researched and applied. Carbonitriding technique has many advantages compare to carbonizing technique in several products. Due to small scale of production, Vietnam companies have not equiped the specialized furnaces for carbonitriding, so remolding carburizing furnaces for carbonitriding technique has many practical meanings and applications. In this research, the remolding Sanyung carburizing furnace SY-829-3 was accomplished and applied to carbonitride some kinds of gear in Komatsu HM-400-2R cars, in order to obtain the qualified technical requirements.

Keywords: Carbonitriding technique, gears, manufacture.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ thấm C-N (thấm cacbon nito) hiện nay đang được ứng dụng rộng rãi ở các nước tiên tiến để nhiệt luyện các sản phẩm đạt yêu cầu cao về độ cứng, đồng thời có khả năng chống mài mòn tốt [3]. Công nghệ thấm C-N có một số ưu điểm nổi bật so với công nghệ thấm C (thấm cacbon) thuần túy:

Thấm C-N quá trình bão hòa bề mặt đồng thời hai nguyên tố Cacbon (C) và Ni tơ (N) xảy ra ở dải nhiệt độ tương đối rộng ($780^{\circ} \div 900^{\circ}\text{C}$) và thấp so với nhiệt độ thấm C ($900^{\circ} \div 940^{\circ}\text{C}$).

Sự bão hòa N, trong môi trường thấm có tác động vào quá trình khuếch tán của C, làm cho quá trình bão hòa của C xảy ra mạnh mẽ hơn ở khoảng nhiệt độ thấp.

Khi có sự bão hòa của C và N trên bề mặt lớp thấm xuất hiện các pha giàu C-N tạo nên tổ chức lớp thấm mịn không có lưới Xementit điều này làm tăng khả năng chống mài mòn bề mặt. Mặt khác, trong lớp thấm C-N luôn tồn tại một lượng Austenit dư làm cho lớp thấm vừa có độ cứng cao lại vừa dai làm tăng tuổi bền làm việc.

- Với việc hạ thấp nhiệt độ thấm xuống so với thấm cacbon từ $40^{\circ} - 100^{\circ}\text{C}$ sẽ làm giảm biến dạng nhiệt của sản phẩm, điều này hết sức có ý nghĩa đối với các loại vành răng trong dạng ống, cũng như các dạng trục răng có chiều dài lớn hơn nhiều so với đường kính do bị méo và cong khi thấm C tương đối lớn.

- Với việc hạ thấp nhiệt độ lúc thấm ngoài các ưu điểm về chất lượng sản phẩm đạt được thì thấm C-N còn có ưu điểm làm tăng tuổi thọ của lò trong quá trình sử dụng (tuổi thọ của dây đốt, nồi lò).

- Khác với công nghệ thấm Xianua sử dụng hỗn hợp muối Xianua thường gây ra khí độc hại cho sức khỏe con người cũng như môi trường thì việc thấm C-N thể khí đã khắc phục được nhược điểm nói trên.

Mặc dù công nghệ thấm C-N có nhiều ưu điểm so với công nghệ thấm C thuần túy nhưng công nghệ thấm C-N cũng còn một số tồn tại như khi đưa vào thành phần hỗn hợp khí thấm nhiều loại chất thấm thì quá trình lựa chọn và điều khiển giá trị thể thấm tương đối khó khăn. Xuất phát từ thực tiễn trên, tác giả đã đi nghiên cứu cải tạo thiết bị chuyên thấm C của hãng SanYung và ứng dụng để thấm C-N cho một số loại bánh răng của xe ô tô Komatsu HM-400-2R.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ MÔI TRƯỜNG THẤM C-N

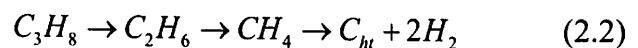
2.1. Nguồn cung cấp C và N hoạt tính (C_{ht} và N_{ht}):

Quá trình tạo ra C_{ht} và N_{ht} trong môi trường thấm từ các nguồn khí Mê tan CH_4 , Propan C_3H_8 , Metanol CH_3OH và Amoniac NH_3 được mô tả như sau:

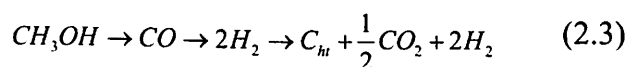
- Trường hợp chất thấm là khí Metan CH_4 :



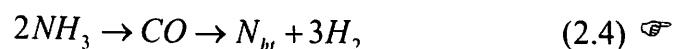
- Trường hợp chất thấm là Propan C_3H_8 :



- Trường hợp chất thấm là Metanol:



- Trường hợp chất thấm là Amoniac NH_3 :



2.2. Lưu lượng khí thấm

Lưu lượng khí thấm đưa vào lò phụ thuộc vào các thông số như dung tích của lò, thể tích của của lò, thể tích chiếm chỗ của các chi tiết thấm tính qua thời gian và áp suất trong lò khi thấm. Thường áp suất trong lò khi thấm có giá trị khoảng: 1,2 at thời gian lưu khí trong lò $T_{lưu} = 0,2 \div 1$ (h) tùy theo kích thước và dạng lò, Thru được xác định theo công thức [1]:

$$T_{lưu} = \frac{V}{Q} = \frac{\pi r^2 h - V_{ct}}{Q} \quad (2.5)$$

Trong đó:

- R: Bán kính nồi lò (dm);
- H: Chiều sâu hữu ích lò (dm);
- V_{ct} : Thể tích chiếm chỗ vật thấm (dm³);
- Q: Lượng khí đưa vào lò (lít/h).

2.3. Thế C của môi trường thấm (C_p)

Thế các bon C_p của môi trường thấm là nồng độ C lớn nhất một lá thép có thể hấp thụ được sau một thời gian đủ dài để cân bằng được thiết lập. Thế các bon C_p tỷ lệ thuận với khả năng cung cấp các bon vào bề mặt vật thấm, hay nói cách khác là phụ thuộc vào hoạt độ của C_h. Trong các thiết bị thấm hiện đại, người ta lắp các thiết bị để đo giá trị C_p trong quá trình thấm. Khi thấm C-N bằng cách đưa thêm NH₃ vào môi trường thấm thì chính sự phân hủy NH₃ sẽ làm tăng áp suất riêng phần các khí trong môi trường thấm và điều đó sẽ kích hoạt gia tăng hoạt độ của C và N khi khuếch tán vào bề mặt vật thấm. Gọi a_c và a_n là hoạt độ của C_h và N_h trong môi trường thấm thì chúng được xác định theo công thức [1]:

$$l_c(a_c) = -\frac{\Delta G^0}{RT} + l_c \frac{P_{CO}}{P_{CO_2}} \quad (2.6)$$

$$l_n(a_n) = -\frac{\Delta G^0}{RT} + l_n \frac{P_{NH_3}}{(P_{H_2})^{1.5}} \quad (2.7)$$

Trong đó:

- ΔG^0 : Năng lượng hoạt khuếch tán C;
- R: Hằng số khí;
- T: Nhiệt độ thấm.

$P_{CO}, P_{NH_3}, P_{H_2}$: Áp suất riêng phần của các khí CO, NH₃ và H₂ trong môi trường thấm.

3. THỰC NGHIỆM QUÁ TRÌNH THẤM C-N TRÊN BÁNH RĂNG

3.1. Thiết bị và vật liệu thí nghiệm

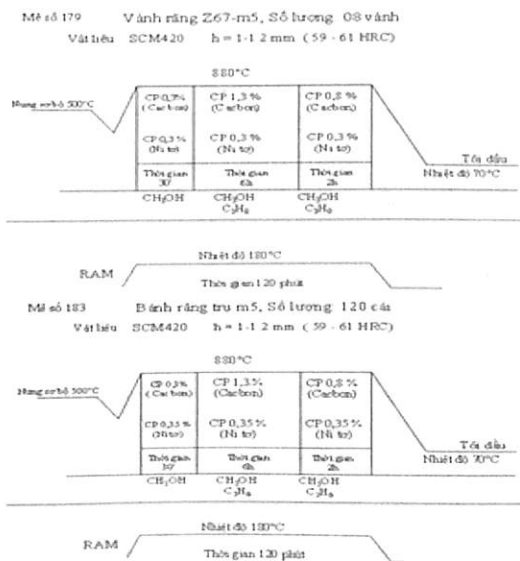
Qua thực tế nhiệt luyện các loại bánh răng ô tô ở Công ty Cổ phần Cơ khí Hồng Lĩnh, chúng tôi thấy, nếu thấm C trên cơ sở thiết bị và công nghệ được chuyển giao từ hãng SanYung nhìn chung đã đảm bảo được các yêu cầu về chất lượng như: Độ cứng, chiều sâu lớp thấm, tổ chức tế vi của lớp thấm, tuy nhiên, với một số loại bánh răng đặc biệt với kết cấu lỗ trong của bánh răng đóng vai trò là ca ngoài của vòng bi (côn, trụ) thì khả năng chịu mài mòn của các bề mặt này chưa đạt yêu cầu tuổi thọ ≥ 6.000 (h) làm việc. Thường thì sau một thời gian làm việc xuất hiện các vết rỗ trên bề mặt trụ (côn) lăn tiếp xúc với các viên bi, trong khi đó, độ mòn của Prophin răng không đáng kể vẫn còn có khả năng tiếp tục sử dụng được. Với mục tiêu khi thấm C-N sẽ làm tăng khả năng chống mài mòn cho bề mặt lăn của bi cũng như bề mặt biên dạng răng thì sẽ tăng tuổi thọ của bánh răng. Các loại vành răng khi có kết cấu thành mỏng nếu thực hiện qui trình thấm C ở nhiệt độ 920°C thì biên dạng sau nhiệt luyện là nguyên nhân chủ yếu gây ra phế phẩm, ví dụ như khi nhiệt luyện vành răng Z67-M5 của xe HM 400-2R tỷ lệ phế phẩm do méo vành răng (độ ô van của đường kính ngoài

$\text{O} \leq 0,2\text{mm}$ là rất cao, có khi đến 40% mặc dù đã có độ gá để giảm thiểu độ méo khi thấm và tôi. Biến dạng này càng lớn khi nhiệt độ thấm và thời gian thấm càng tăng. Bởi vậy, chọn công nghệ thấm C-N là một giải pháp hợp lý để giảm phế phẩm sau nhiệt luyện.

Như chúng ta đã biết các thiết bị thấm C được nhập khẩu và chế tạo trong nước hiện nay chủ yếu sử dụng để thấm C, thiết bị thấm SY-829-3 mà Công ty Cổ phần Cơ khí Hồng Lĩnh nhập khẩu năm 2016, cũng là thiết bị thấm C thuần túy. Để tiến hành ứng dụng công nghệ thấm đồng thời C-N cần phải thiết kế lắp đặt thêm hệ thống dẫn khí CH_3 vào hệ thống (Hình 1). Sau khi khảo sát, chúng tôi đã thiết kế chế tạo hệ thống dẫn khí Amoniac vào buồng thấm cùng với các van điều chỉnh và kiểm soát lưu lượng khí.



Hình 1. Thiết bị thấm với đường dẫn khí NH_3



Hình 2. Quy trình thấm C-N

Sau khi hệ thống được cải tạo chúng tôi tiến hành thực nghiệm thấm một số mẻ cụ thể như sau:

- Mẻ thấm số 179 (sản phẩm là: Vành răng Z67-m5; Yêu cầu kỹ thuật: Chiều sâu lớp thấm Các bon $h = 0,8 \div 1\text{mm}$, độ cứng bề mặt lớp thấm 59÷61 HRC. Vật liệu chế tạo thép hợp kim SCM 420 của Nhật Bản).

- Mẻ thấm số 183 (chế độ thấm và các yêu cầu thấm về cơ bản giống mẻ thấm 179 với các điều chỉnh là hàm lượng NH_3 từ 0,3 lên 0,35 l/ph).

Với mục đích hạn chế biến dạng, chúng tôi gá đặt các vành răng vào bộ đồ gá chuyên dùng trước đây giống như khi thấm C. Để phân tích khảo sát chất lượng mẻ thấm, chúng tôi đưa vào vào mẻ thấm 08 mẫu kiểm tra, các mẫu kiểm tra có vật liệu cùng loại với vật liệu chế tạo bánh răng SCM 420. Thời gian, nhiệt độ và hàm lượng chất thấm được thể hiện như trong hình 2.

3.2. Kết quả tổ chức tế vi lớp thấm:

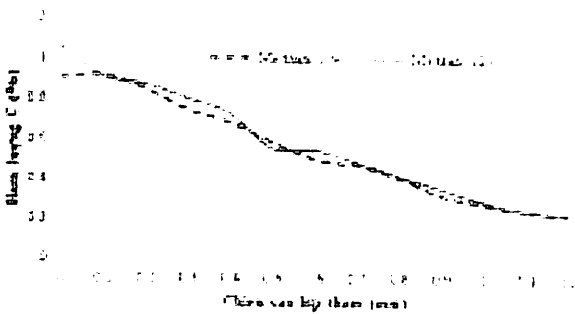


Hình 3. Tổ chức tế vi lớp thấm C

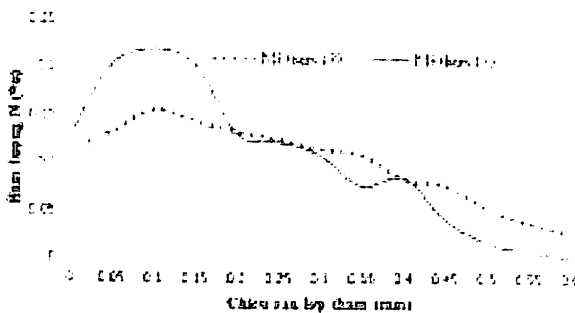


Hình 4. Tổ chức tế vi lớp thấm C-N

Tổ chức tế vi lớp thấm được chụp trên kính hiển vi kim loại học AXIOVERT-25A của Đức tại bộ môn Vật liệu, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. So sánh mẫu chụp tổ chức tế vi của thấm C-N (hình 4) và thấm C (hình 3), ta thấy cấu trúc tế vi trên vùng thấm khi thấm C-N và C ta thấy: Cấu trúc tế vi trên vùng thấm khi thấm C-N đồng đều hơn, vùng Peclit tiến gần sát bề mặt còn vùng nhiều C chỉ có ở lớp bề mặt $\leq 100 \mu\text{m}$, còn với mẫu thấm C vùng gần bề mặt nhiều C nên có nhiều Xe_2 (vùng sáng) làm cho lớp thấm tuy cứng nhưng dễ bong tróc và độ dai thấp.



Hình 5. Biểu đồ quan hệ hàm lượng C với chiều sâu lớp thấm.



Hình 6. Biểu đồ quan hệ hàm lượng N với chiều sâu lớp thấm.

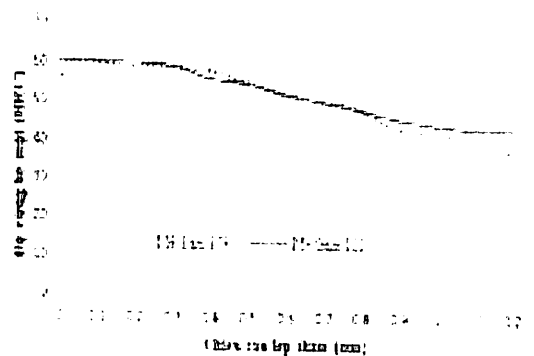
Việc phân tích hàm lượng các nguyên tố được thực hiện trên máy phân tích quang phổ ARL 3460 QES tại Viện Công nghệ với kết quả được thể hiện trên hình 5 và hình 6.

Qua biểu đồ quan hệ chúng ta thấy rằng: Hàm lượng C và N phụ thuộc vào chiều

sâu lớp thấm, nếu tăng hàm lượng N từ $0,3 \div 0,35$ l/ph thì hàm lượng C không thay đổi mà hàm lượng N trong lớp thấm tăng lên.

Độ cứng bề mặt lớp thấm được đo trên máy cứng HRC ký hiệu TK-2M của Nga. Qua biểu đồ hình 7, ta thấy với mẻ 179 độ cứng bắt đầu giảm từ lớp cách bề mặt $0,5 \text{ mm}$, còn với mẻ 183 độ cứng giảm ($52 \div 53 \text{ HRC}$). Từ lớp cách bề mặt $0,6 \text{ mm}$ ($52 \div 53 \text{ HRC}$) chiều sâu lớp thấm có độ cứng trên 40 HR đối với mẻ 179 là $1,1 \text{ mm}$ với mẻ 183 là $1,2 \text{ mm}$.

Qua khảo sát các biểu đồ biểu diễn mối quan hệ giữa thành phần chất thấm C, N và độ cứng với chiều sâu lớp thấm, chúng tôi nhận thấy quá trình thấm đã đạt được kết quả mong muốn. Với chất lượng lớp thấm đã đạt được đã minh chứng hiệu quả thấm C-N khi giảm nhiệt độ môi trường thấm thành phần C trong lớp thấm vẫn thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật của bánh răng.



Hình 7. Biểu đồ quan hệ giữa độ cứng với chiều sâu lớp thấm

3.3. Kiểm tra độ biến dạng sản phẩm

Bảng 1. Kết quả đo độ ô van của bề mặt đỉnh răng của vành răng Z67-m5: Đơn vị: mm

BR số	1	2	3	4	5	6
Độ ô van	0.24	0.23	0.1	0.26	0.18	0.14

Sản phẩm thực nghiệm là vành răng xe ô tô HM-400-2R có đường kính mặt trụ ngoài Ø378,5 mm, đường kính đỉnh răng trong Ø326,4 mm, đường kính chân răng Ø 348,4mm và chiều cao vành răng 102mm. Trước đây, khi thấm C ở nhiệt độ 920°C thì độ ô van của đường kính đỉnh răng dao động từ 0,1-0,7 mm với các vành răng có độ ô van >0,3mm sẽ là phế phẩm. Qua thực tế, tỷ lệ phế phẩm của một số mẻ thấm vành răng loại này nhiều khi lên đến 40% đây là tỷ lệ hoàn toàn không mong muốn. Kiểm tra độ ô van của 06 vành răng ở mẻ thấm 179 cho chúng tôi một kết quả hết sức khả quan sau khi kiểm tra độ ô van trên bề mặt đỉnh răng không có vành răng nào có độ ô van > 0,3mm. Độ ô van trên các vành răng không giống nhau, theo chúng tôi nó phụ thuộc vào vị trí xếp đặt trong buồng lò, hiện nay chúng tôi chưa đủ số liệu để tìm ra quy luật ảnh hưởng này. Như vậy, với việc giảm nhiệt độ thấm khi thấm C-N độ ô van của các vành răng đã giảm một cách đáng kể tới độ biến dạng do nhiệt luyện gây nên, điều này đồng nghĩa với làm tăng tuổi bền của sản phẩm.

4. KẾT LUẬN

Việc thấm đồng thời C-N, nhiệt độ thấm là 880°C thấp hơn so với khi thấm C khoảng 40°C (nhiệt độ 920°C), với cùng một thời gian thấm thì chiều sâu lớp thấm thay đổi không đáng kể. Độ cứng lớp thấm phía ngoài tương đối ổn định và cấu trúc tế vi của lớp thấm phân bố tương đối đều.

Với kết quả đo độ biến dạng bề mặt trụ của vành răng, ta thấy độ méo của sản phẩm giảm đi tương đối rõ so với khi thấm C trước đây, việc giảm độ méo vành răng sẽ làm tăng độ ăn khớp của bộ truyền trong quá trình làm việc.

Do điều kiện thực tế về thiết bị thử nghiệm, việc đánh giá khả năng chống mài

mòn trên các bánh răng của lớp thấm C-N so với lớp thấm C thuần túy chưa được đánh giá cụ thể. Hiện tại, việc đánh giá khả năng chống mài mòn thông qua quá trình sử dụng các bánh răng theo thực tế vận hành tại các Công ty Than ở Quảng Ninh.

Kết quả nghiên cứu và thực nghiệm ứng dụng công nghệ thấm C-N trên cơ sở cải tạo thiết bị thấm C thể khí đã đạt được những kết quả khả quan trong quá trình sản xuất chế tạo các loại bánh răng dùng trong ô tô, máy xây dựng và máy nông nghiệp đạt chất lượng cao thay thế các sản phẩm nhập ngoại. ❖

Ngày nhận bài: **05/7/2018**

Ngày phản biện: **19/7/2018**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Văn Tư (1999); *Xử lý bề mặt*, NXB. Khoa học Kỹ thuật.
- [2]. Tạ Văn Nhất, Phạm Minh Phương (2000); *Công nghệ nhiệt luyện*, NXB. Giáo dục.
- [3]. Nghiêm Hùng (1985); *Nhiệt luyện phụ tùng ô tô - máy kéo*, NXB. Khoa học Kỹ thuật.
- [4]. Nguyễn Chung Càng (2006), *Sổ tay nhiệt luyện tập 1,2*, NXB. Khoa học Kỹ thuật.
- [5]. A.A.SMUCOV(1973); *Sách tra cứu về nhiệt luyện*, NXB. Khoa học Kỹ thuật.
- [6]. [Http://www.sanyung.com](http://www.sanyung.com).