

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN CHIỀU SÂU THẨM NHIỆT CỦA CHI TIẾT TRƯỚC KHI TIỆN CÓ GIA NHIỆT BẰNG DÒNG ĐIỆN CẢM ỨNG CAO TẦN

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE HEAT PENETRATION DEPTH OF THE WORKPIECE BEFORE TURNING WITH HIGH FREQUENCY INDUCTION CURRENT HEATING

TS. Nguyễn Thành Huân

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế – Kỹ thuật Công nghiệp

Email: nthuan@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Các vật liệu cứng ngày càng được sử dụng rộng rãi trong công nghệ chế tạo máy, do các ưu điểm vượt trội của chúng [1]; tuy nhiên, để gia công cắt gọt các vật liệu cứng gặp nhiều khó khăn; mặt khác, hầu hết các vật liệu có tính chất là khi được nung nóng, độ cứng của chúng sẽ giảm. Do đó, để có thể cắt gọt các vật liệu cứng với thiết bị và dụng cụ thông thường, tác giả đã nghiên cứu làm nóng vật liệu thép 9XC (tôi đạt độ cứng 62HRC) đồng thời trong quá trình gia công tiện bằng nguồn nhiệt của dòng điện cảm ứng cao tần và đánh giá ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến chiều sâu thẩm nhiệt của chi tiết. Kết quả nghiên cứu sẽ giúp các nhà công nghệ có thể thay đổi chiều sâu cắt gọt cho phù hợp với chiều sâu thẩm nhiệt để cải thiện tính cắt gọt khi tiện vật liệu thép 9XC qua tôi hoặc các vật liệu cứng khác trong thực tiễn.

Từ khóa: *Cắt gọt có gia nhiệt; Cảm ứng điện từ; Chiều sâu thẩm nhiệt.*

ABSTRACT

Hard materials are increasingly used in machine manufacturing technology, due to their outstanding advantages [1]; however, cutting hard materials is difficult; on the other hand, most materials have the property that when heated, their hardness will decrease. Therefore, in order to be able to cut hard materials with conventional equipment and tools; the author has studied heating 9XC steel material (hardened to 62HRC hardness) at the same time during the turning process using a heat source of high-frequency induction current and evaluated the influence of technological parameters on the heat penetration depth of the workpiece. The research results will help technologists to change the cutting depth to match the heat penetration depth to improve the cutting properties when turning 9XC steel material through quenching or other hard materials in practice.

Keywords: *Heated cutting; Electromagnetic induction; Thermal penetration depth.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

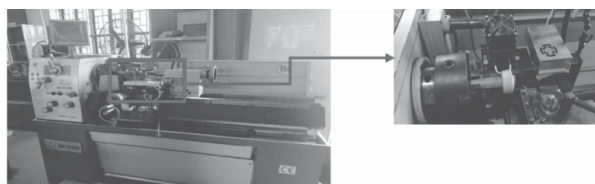
Trong ngành gia công chế tạo các chi tiết cơ khí, cắt gọt kim loại là một trong những phương pháp gia công phổ biến, đặc biệt đối với các chi tiết có dạng trụ. Tuy nhiên, gia công đối với những vật liệu có độ cứng cao sau khi xử lý nhiệt gặp nhiều khó khăn do lực cắt lớn, làm tăng mài mòn công cụ, giảm độ chính xác gia công và ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt chi tiết [2]. Việc nâng cao hiệu quả đối với việc gia công các vật liệu có độ cứng cao là một trong những thách thức lớn trong sản xuất thực tế; đòi hỏi về hệ thống các thiết bị có độ cứng vững tốt, tốc độ cắt cao, dụng cụ cắt đặc biệt [3]. Một trong những giải pháp hiệu quả giúp giảm độ cứng bề mặt của vật liệu trước khi gia công là gia nhiệt bằng dòng điện cảm ứng cao tần đồng thời trong quá trình cắt gọt [4]. Kết quả nghiên cứu này có ý nghĩa quan trọng trong việc cải thiện quá trình tiện các vật liệu có độ cứng cao, giảm chi phí sản xuất, tối ưu hóa tuổi bền dụng cụ cắt và nâng cao chất lượng sản phẩm.

2. TRANG THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

Hệ thống thí nghiệm gồm (Hình 1):

2.1. Thiết bị thí nghiệm và mẫu thí nghiệm

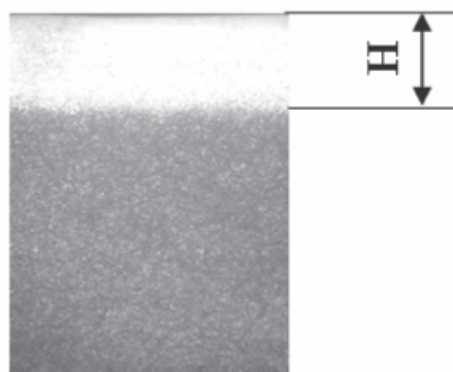
Thiết bị thí nghiệm gồm máy gia nhiệt cảm ứng cao tần và máy tiện Basic 180 Super. Các mẫu thí nghiệm là vật liệu thép 9XC có hình dạng trụ, được gia công tiện thô đạt đường kính $\phi 30_{0,4}^{0,4}$, sau đó đem thể tích đạt độ cứng 62HRC.



Hình 1. Hệ thống tiện có gia nhiệt bằng dòng điện cảm ứng cao tần [5]

2.2. Xác định độ sâu chiều sâu thấm nhiệt

Sau khi gia nhiệt, mẫu được cắt, mài, đánh bóng và ăn mòn hóa học để phân tích sự thay đổi kích thước của chiều sâu thấm nhiệt h (Hình 2).



Hình 2. Chiều sâu thấm nhiệt (H) của chi tiết

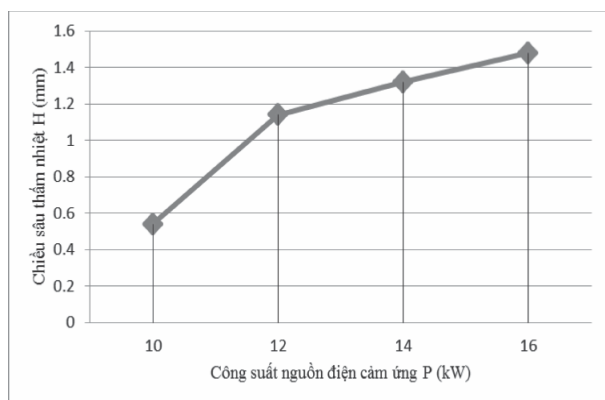
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của công suất nguồn điện cảm ứng cao tần đến chiều sâu thấm nhiệt

Các thông số tốc độ vòng quay trục chính (n) 900v/ph, lượng tiến dao (s) 0,109mm/vg, thời gian gia nhiệt ban đầu (t) 1,2 giây được giữ cố định; công suất nguồn điện cảm ứng thay đổi, ta thấy rằng chiều sâu thấm nhiệt tăng khi công suất tăng (Hình 3).

Như vậy, công suất nguồn điện cảm ứng cao tần quyết định cung cấp nhiệt lượng cho vật liệu, ảnh hưởng trực tiếp đến chiều sâu thấm nhiệt.



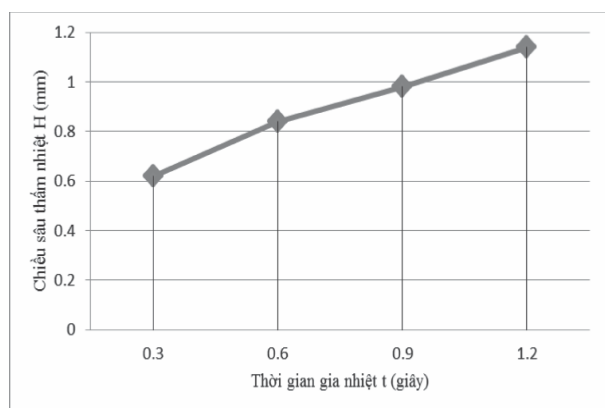


Hình 3. Ảnh hưởng của công suất nguồn điện đến chiều sâu thấm nhiệt

3.2. Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt (t) tới chiều sâu thấm nhiệt

Thời gian gia nhiệt ảnh hưởng đến khả năng tương tác giữa dòng điện cảm ứng với vật liệu. Hình 4 có thể hiện mối quan hệ giữa thời gian gia nhiệt và chiều sâu thấm nhiệt khi các thông số $P = 12\text{kW}$, $s = 0,109\text{mm/vg}$, $n = 900\text{vg/ph}$; thông số thời gian gia nhiệt thay đổi.

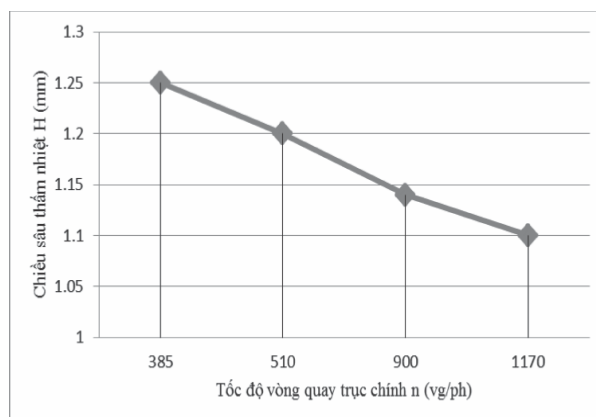
Nhìn trên hình 4, ta thấy rằng mối quan hệ giữa thời gian gia nhiệt và chiều sâu thấm nhiệt là đường tuyến tính, tức là thời gian gia nhiệt tăng thì chiều sâu thấm nhiệt sẽ tăng và ngược lại.



Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt đến chiều sâu thấm nhiệt

3.3. Ảnh hưởng tốc độ vòng quay trục chính (n) đến chiều sâu thấm nhiệt

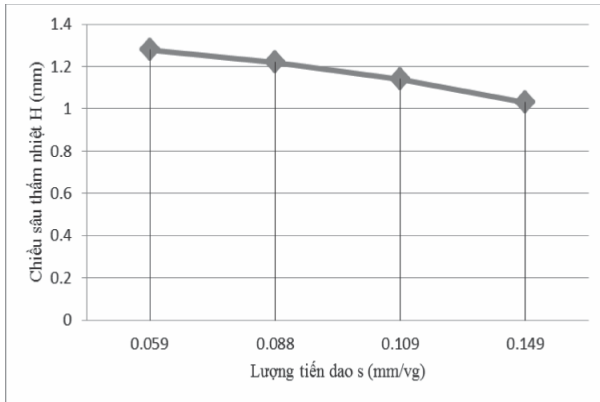
Để đánh giá ảnh hưởng của tốc độ vòng quay tới chiều sâu thấm nhiệt, các thông số $P = 12\text{kW}$, $s = 0,109\text{mm/vg}$, $t = 1,2$ giây được giữ không đổi. Tốc độ vòng quay trục chính tăng sẽ tạo điều kiện cho luồng không khí làm mát bề mặt của phôi, đồng thời cuộn cảm di chuyển nhanh hơn sẽ làm cho dòng điện cảm ứng tương tác với vật liệu bề mặt phôi ngắn, dẫn đến làm thay đổi chiều sâu thấm nhiệt của vật liệu (Hình 5).



Hình 5. Ảnh hưởng của tốc độ vòng quay trục chính đến chiều sâu thấm nhiệt

3.4. Ảnh hưởng lượng tiến dao (s) đến chiều sâu thấm nhiệt

Khi các thông số $P = 12\text{kW}$, $t = 1,2$ giây, $n = 900\text{vg/ph}$ được giữ không đổi, tăng lượng tiến dao, thời gian tương tác giữa dòng điện cảm ứng với bề mặt chi tiết ngắn dẫn đến chiều sâu thấm nhiệt của chi tiết giảm (Hình 6). Tuy nhiên, chiều sâu thấm nhiệt giảm không nhiều, điều này chứng tỏ lượng tiến dao không ảnh hưởng nhiều đến chiều sâu thấm nhiệt.



Hình 6. Ảnh hưởng của lượng tiến dao đến chiều sâu thấm nhiệt

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá tác động của các thông số công nghệ khi gia nhiệt bằng dòng điện cảm ứng cao tần đến chiều sâu thấm nhiệt của vật liệu thép 9XC (đã tôi đạt độ cứng 62HRC). Kết quả cho thấy rằng các thông số công nghệ như công suất dòng điện cảm ứng, thời gian gia nhiệt và tốc độ vòng quay trục chính có tác động đáng kể đến chiều sâu thấm nhiệt của chi tiết, thông số lượng tiến dao có ảnh hưởng không đáng kể đến chiều sâu thấm nhiệt của chi tiết. Từ kết quả này, các nhà công nghệ có thể tiến hành điều chỉnh chiều sâu cắt gọt cho phù hợp với chiều sâu thấm nhiệt và tăng năng suất gia công bằng cách tăng lượng

tiến dao; điều này cũng khẳng định rằng có thể tiện các vật liệu cứng bằng các thiết bị và dụng cụ cắt thông thường khi tiện có gia nhiệt đồng thời bằng dòng điện cảm ứng cao tần. ❖

Ngày nhận bài: 10/3/2025

Ngày phản biện: 26/3/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nghiêm Hùng, “*Vật liệu cơ sở*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật (2005).
- [2]. S. Sun, M. Brandt, M.S. Dargusch, “*Thermally enhanced machining of hard-to-machine materials – A review*”. International Journal of Machine Tools and Manufacture (2010).
- [3]. Nguyễn Thành Huân, “*Nghiên cứu tiện thép hợp kim 9XC sau tôi có gia nhiệt bằng laser*”. Luận án Tiến sĩ, Đại học Bách Khoa Hà Nội (2018).
- [4]. Mạc Thị Bích, “*Nghiên cứu tính gia công vật liệu thép SKD11 trong môi trường gia nhiệt bằng cảm ứng điện từ và định hướng ứng dụng trong công nghiệp*”. Luận án Tiến sĩ, Đại học Bách Khoa Hà Nội (2019).
- [5]. Nguyễn Thành Huân, Trần Vũ Lâm, Trần Đình Tài, “*Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ cứng của chi tiết sau khi gia công tiện thép 9XC (thép tôi) có gia nhiệt bằng cảm ứng điện từ*”. Tạp chí Cơ khí Việt Nam (2022).