

Ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi trong gia công tiện thép 9XC qua tôi có gia nhiệt bằng laser

The Effects of Technological Parameters on the Depth of Osmotic Heating and Microhardness for Processing Hard Turning 9XC Steel with Laser Assisted

Nguyễn Thành Huân^{1,2}, Trần Xuân Thái², Nguyễn Đức Toàn^{2*}

¹ Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp - 353, Trần Hưng Đạo, Nam Định

² Trường Đại học Bách khoa Hà Nội – Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

Đến Tòa soạn: 25-01-2017; chấp nhận đăng: 25-01-2018

Tóm tắt

Nguyên lý cơ bản của gia công tiện thép 9XC qua tôi (độ cứng 62HRC) có gia nhiệt bằng laser là dùng nguồn laser để làm mềm vật liệu phôi trước dụng cụ cắt trong khi gia công. Cũng như các phương pháp gia công khác, yêu cầu tính chất vật liệu của chi tiết không hoặc ít thay đổi sau gia công. Bài báo phân tích kết quả khảo sát bằng thực nghiệm về ảnh hưởng của các thông số công nghệ như: công suất laser, lượng tiến dao, vận tốc cắt, chiều sâu cắt đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi sau khi tiện vật liệu cứng có gia nhiệt bằng laser. Việc phân tích các kết quả thí nghiệm cho thấy rằng chiều sâu cắt lớn hơn 0,1 mm, tốc độ vòng quay lớn hơn 500 vg/ph, tổ chức tế vi và độ cứng tế vi của chi tiết sau gia công không bị thay đổi.

Từ khóa: Tiện vật liệu cứng, công suất laser, khí bảo vệ, tổ chức tế vi, độ cứng tế vi.

Abstract

Basic principles of processing hard turning 9XC steel (62HRC) with Laser Assisted is used laser source to soften the workpiece material before cutting tools during machining. As well as other processing methods, request properties materials of the machine element are not or little changed after processing. The article analyzes the survey results by experiment on the effects of technological parameters such as laser power, feed rates, cutting speeds, depth of cut to the depth of osmotic heating and microhardness after processing hard turning 9XC steel with laser assisted. The analysis of the experimental results show that the depth of cut is greater than 0.1 mm, rotation speed greater than 500 rev/min, the microstructure and microhardness of the machine element after processing is not changed.

Keywords: Hard material turning, laser power, shielding gas, Microstructure, Microhardness.

1. Giới thiệu

Vật liệu cứng có đặc điểm độ cứng cao, chống mài mòn tốt, cơ tính không đổi khi làm việc ở nhiệt độ cao, do đó vật liệu cứng được ứng dụng vào hầu hết các ngành công nghiệp như: vũ trụ, hàng không, ô tô, quốc phòng, khuôn mẫu v.v. [1-4]. Gia công chế tạo những chi tiết làm bằng vật liệu cứng gặp nhiều khó khăn như: dụng cụ cắt phải làm từ vật liệu có độ cứng cao (kim cương, CBN), dụng cụ cắt bị mài mòn nhiều, năng suất gia công thấp, chi phí và giá thành sản phẩm cao. Để gia công được vật liệu cứng bằng dụng cụ cắt không quá đặc chủng (có thể dùng dụng cụ hợp kim cứng để cắt vật liệu cứng) ta có thể nghiên cứu các giải pháp gia công như: chế tạo dụng cụ cắt mới, phương pháp gia công mới, chế tạo thiết bị cắt gọt mới, nghiên cứu nguyên lý gia công mới.

Một trong những giải pháp để gia công vật liệu cứng đã được S. Sun và cộng sự [5] nghiên cứu là gia

nhiệt trong quá trình gia công nhằm giảm lực cắt lên dụng cụ cắt. Gia nhiệt trong quá trình gia công là sử dụng một nguồn nhiệt bên ngoài để làm nóng và mềm bề mặt phôi tại vị trí trước dụng cụ cắt. Quá trình gia nhiệt này sẽ làm giảm mạnh độ bền, độ cứng và khả năng chống biến dạng của phôi. Để gia nhiệt trong quá trình gia công vật liệu cứng, có thể dùng nhiều nguồn nhiệt khác nhau, như: ngọn lửa khí $O_2+C_2H_2$, ngọn lửa plasma, dòng điện cao tần, laser v.v. Nghiên cứu này đã sử dụng laser để gia nhiệt, vì laser có đặc điểm: mật độ công suất cao, nguồn nhiệt tập trung, tốc độ nung nóng lớn và có thể gia nhiệt được nhiều vật liệu khác nhau [6]. Hongtao Ding và đồng tác giả [7] đã nghiên cứu tiện hợp kim Waspaloy có gia nhiệt bằng laser so với tiện truyền thống – kết quả tiện có gia nhiệt bằng laser độ mài mòn mặt trước dụng cụ cắt giảm 50%, độ mài mòn mặt sau giảm từ 40-60%, tuổi thọ dụng cụ cắt tăng 50%, lực cắt giảm 20%, độ nhẵn bóng bề mặt tăng.

Hầu hết các vật liệu khi có nguồn nhiệt tác động vào thì tính chất, thành phần của vật liệu bị thay đổi

* Địa chỉ liên hệ: Tel.: (+84) 988693047

Email: toan.nguyenduc@hust.edu.vn

[1]. Mục đích của nghiên cứu là đánh giá được ảnh hưởng của công suất laser, thời gian trễ và điểm đặt laser đến nhiệt độ bề mặt phôi; ảnh hưởng của các thông số lượng tiến dao, tốc độ vòng quay đến *chiều sâu thấm nhiệt* (khoảng cách của lớp bề mặt phôi tiện bị thay đổi tổ chức dưới tác dụng của chùm tia laser) cũng như độ cứng tế vi khi chưa tiện và sau khi tiện có gia nhiệt bằng laser.. Từ các đánh giá, khảo sát ảnh hưởng của các thông số trên, ta chọn được các thông số hợp lý để tính chất, tổ chức vật liệu sau khi gia công không thay đổi.

2. Hệ thống thí nghiệm

Trong quá trình gia công tiện vật liệu cứng có gia nhiệt bằng laser, yêu cầu nguồn nhiệt laser phải chuyển động đồng thời với chuyển động chạy dao dọc và điểm laser chiếu lên bề mặt phôi tại vị trí phía trước dụng cụ cắt; hệ thống thí nghiệm như hình 1 đã đáp ứng được những điều kiện này. Hệ thống thí nghiệm gồm [4]:

Máy tiện T6M16(1): là máy tiện ren vạn năng cỡ trung do nhà máy công cụ số 1 Việt Nam sản xuất. Máy tiện này có thể thực hiện được tất cả các công việc về tiện. Có thể dùng máy này trong sản xuất

hàng loạt, sản xuất đơn chiếc hay trong phân xưởng sửa chữa.

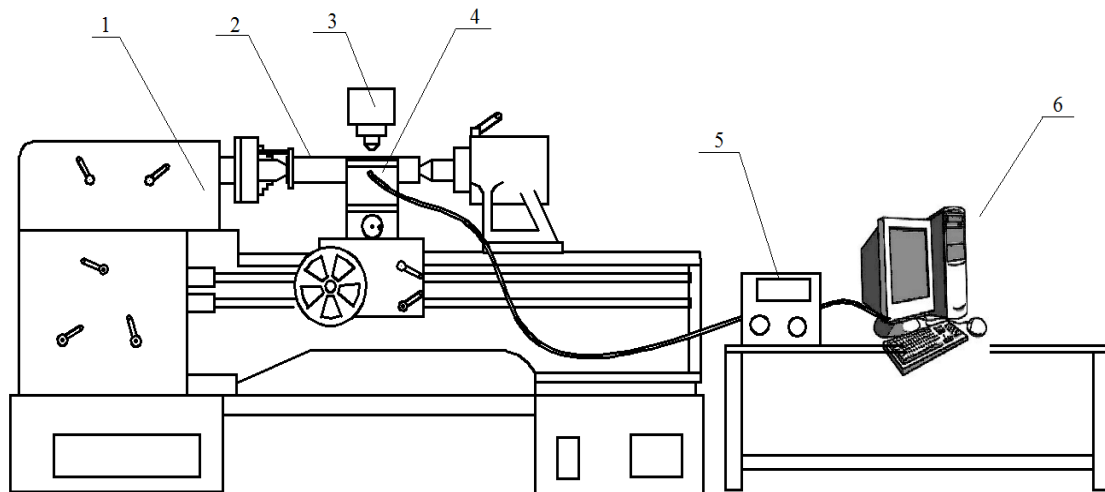
Phôi tiện (2): làm bằng vật liệu thép hợp kim 9XC, được gia công tiện thô đạt đường kính $\phi 50^{+0,4}$ sau đó đem đi tôi thể tích đạt độ cứng 62HRC..

Đầu laser (3): nhận chùm tia laser từ nguồn phát laser rắn YAG-Neodium, công suất 350W đi qua thấu kính hội tụ nằm trong đầu laser và hướng chùm tia laser hội tụ lên bề mặt phôi, khoảng cách từ thấu kính hội tụ tới bề mặt phôi điều chỉnh được.

Để phân tích đánh giá ảnh hưởng của thông số cắt tới lực cắt, nhóm tác giả đã sử dụng thiết bị đo lực FUTEK MTA400 (4) của Mỹ. Giá trị lực cắt được hiển thị trên màn hình vi tính (6) thông qua bộ chuyển đổi tín hiệu (5) và phần mềm Dasy Lab 13.0.

Các loại dao tiện: vật liệu thép gió, dạng mảnh DCMT11T304 hợp kim và CBN đã được dùng để làm thí nghiệm.

Trong nghiên cứu này, sử dụng máy FieldMaster của hãng Coherent (Mỹ) để đo công suất laser, máy IR-AHS của công ty SINO (Nhật Bản) để đo nhiệt độ bề mặt phôi tại vị trí vết laser chiếu và vị trí mũi dao.



Hình 1. Sơ đồ tiện vật liệu cứng có gia nhiệt bằng laser.

3. Kết quả và thảo luận

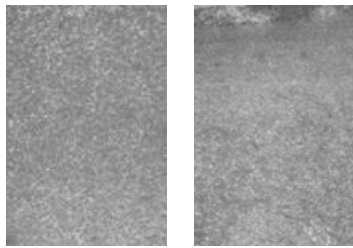
3.1. Khảo sát nhiệt độ bề mặt

3.1.1. Ảnh hưởng của công suất laser đến nhiệt độ bề mặt phôi

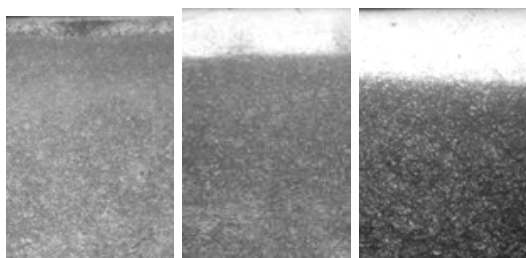
Công suất laser (P) là thông số ảnh hưởng đến nhiệt độ của bề mặt phôi (T_{BM}). Việc điều chỉnh và chọn công suất laser cho phù hợp với việc gia nhiệt trong quá trình gia công tiện vật liệu cứng là cần thiết. Nếu chọn công suất laser quá lớn, nhiệt độ bề mặt cao, làm nóng chảy bề mặt chi tiết và làm hỏng các linh kiện laser. Nhưng nếu chọn công suất laser quá nhỏ, nhiệt độ sẽ không đủ để đáp ứng yêu cầu công việc đặt ra. Nghiên cứu đã đo lường và kiểm tra ảnh hưởng của công suất laser đến nhiệt độ bề mặt phôi được thể hiện trong bảng 1. Điều kiện thực nghiệm được giới hạn bởi: công suất laser thay đổi trong khoảng từ 200-330W cùng với các thông số: $n=1000\text{vg/ph}$, $s=0,09\text{mm/vg}$, thời gian trễ 10s được giữ không đổi.

Bảng 1. Ảnh hưởng công suất laser đến nhiệt độ bề mặt phôi

Công suất laser P (W)	Nhiệt độ bề mặt phôi T_{BM} (°C)
200	794
205	813
255	821
300	838
330	858



Công suất 200W Công suất 205W



Công suất 255W Công suất 300W Công suất 330W

Hình 2. Ảnh hưởng của công suất laser chiều sâu thẩm nhiệt

Từ kết quả này, kết hợp cùng với hình ảnh tổ chức tế vi (hình 2) cho thấy: nhiệt độ bề mặt phôi tăng tỉ lệ thuận với công suất, nhưng không nhiều.

Tuy nhiên chiều sâu thẩm nhiệt lại tăng lên rõ rệt khi công suất thay đổi. Với công suất từ 200W đến 205W chiều sâu thẩm nhiệt rất nhỏ tức là nhiệt độ chỉ có tác động ở bề mặt phôi; Điều này chứng tỏ rằng công suất laser có ảnh hưởng đến sự hấp thụ năng lượng của vật liệu. Do đó công suất laser từ 255W đến 330W sẽ được chọn để gia nhiệt trong quá trình gia công.

3.1.2. Ảnh hưởng của thời gian trễ đến nhiệt độ bề mặt phôi

Nếu chiếu chùm tia laser vào bề mặt phôi và thực hiện ngay quá trình cắt gọt thì thời gian để vật liệu hấp thụ năng lượng laser là chưa đủ; dẫn đến nhiệt độ bề mặt còn thấp, chiều sâu thẩm nhiệt nhỏ. Vì vậy, phương pháp này có một khoảng thời gian trễ (t_T - là thời gian gia nhiệt trước khi gia công) để vật liệu phôi được liên tục hấp thụ năng lượng laser, truyền nhiệt ra xung quanh và giữ ổn định nhiệt độ. Thí nghiệm được thực hiện với các thông số $n=1000\text{ v/ph}$, $s=0,09\text{ mm/vg}$, công suất laser 330 W. Nhiệt độ bề mặt phôi phụ thuộc thời gian trễ cho trong bảng 2.

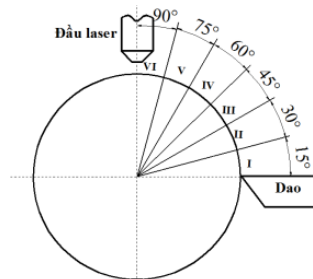
Bảng 2. Ảnh hưởng thời gian trễ đến nhiệt độ bề mặt phôi

Thời gian trễ (s)	Nhiệt độ bề mặt phôi (°C)
5	782
10	858
15	873
20	891
25	912

Thời gian trễ càng lớn, nhiệt độ bề mặt phôi càng lớn. Tuy nhiên thời gian trễ lớn, nhiệt độ cao có thể làm nóng chảy bề mặt phôi, đồng thời làm giảm năng suất cắt gọt. Ở đây ta chọn thời gian trễ từ 5 đến 10 giây.

3.1.3. Ảnh hưởng của điểm đặt laser trên phôi đến nhiệt độ bề mặt phôi tại mũi dao

Điểm đặt laser có thể đặt ở các vị trí khác nhau trên chu vi của phôi bằng cách di chuyển đầu laser (hình 3). Ảnh hưởng của điểm đặt laser đến nhiệt độ bề mặt phôi được cho ở bảng 3.



Hình 3. Vị trí đặt điểm laser lên bề mặt phôi

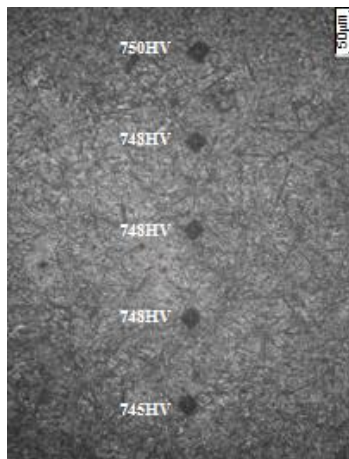
Bảng 3. Ảnh hưởng điểm đặt laser đến nhiệt độ bề mặt phôi tại mũi dao

Vị trí điểm đặt đầu laser	T _{BM} (°C)
I	871-889
II	863-871
III	854-863
IV	850-854
V	843-850
VI	840-843

Điểm đặt laser càng xa vị trí mũi dao, mức độ dẫn nhiệt ra các vị trí xung quanh càng lớn; mặt khác do phôi quay tạo ra luồng khí làm tản mát nhiệt vào trong không khí, dẫn đến nhiệt độ bề mặt tại vị trí mũi dao càng nhỏ. Điểm đặt laser tại vị trí I, II, III, IV ta nhận được nhiệt độ bề mặt phôi cao, nhưng quá trình gá đặt đầu laser phức tạp và gây khó khăn khi thao tác, vận hành điều chỉnh dao tiện. Do đó vị trí đặt vết laser được chọn là vị trí V và VI.

3.2. Ảnh hưởng của các thông số đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi khi gia nhiệt bằng laser

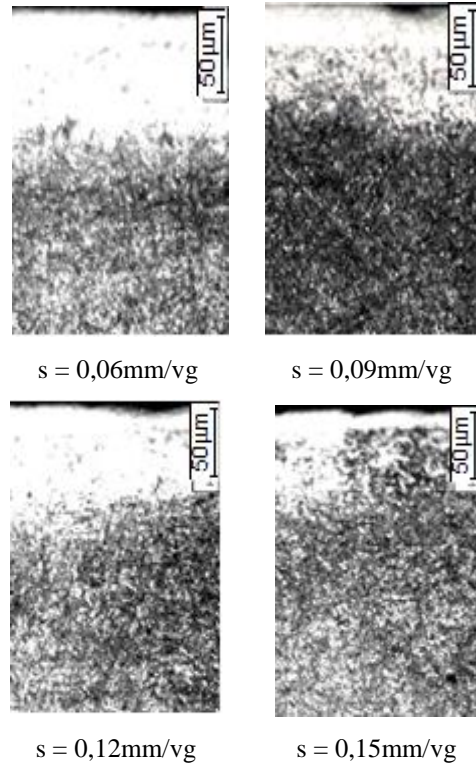
Căn cứ vào kết quả của các thí nghiệm trên ta chọn công suất laser là 330W, thời gian trễ 10s, vị trí điểm đặt laser V. Mục đích của nghiên cứu này là so sánh giữa tổ chức tế vi của vật liệu khi chưa gia nhiệt (hình 4) và có gia nhiệt bằng laser để tìm ra được chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi của chi tiết sau khi gia nhiệt bằng laser; từ đó chọn được chiều sâu cắt (t) hợp lý để sau khi tiện có gia nhiệt bằng laser vật liệu chi tiết không thay đổi.



Hình 4. Độ cứng của phôi khi chưa gia nhiệt

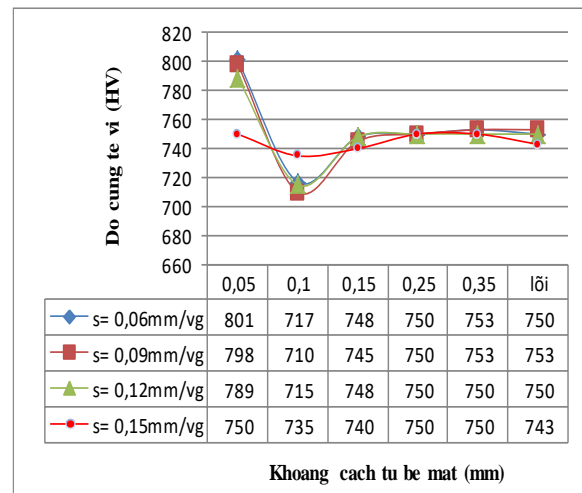
3.2.1. Ảnh hưởng của lượng tiến dao

Trên cơ sở sở tính toán, chọn các thông số theo các tài liệu [8, 9], chọn n=1000vg/ph giữ cố định, lượng tiến dao thay đổi từ 0,06-0,15mm/vg. Các chi tiết sau khi gia nhiệt được đem đi chụp tổ chức tế vi để biết chiều sâu thấm nhiệt (hình 5) và đo độ cứng tế vi (hình 6).



Hình 5. Ảnh hưởng của lượng tiến dao đến đến chiều sâu thấm nhiệt khi chưa cắt

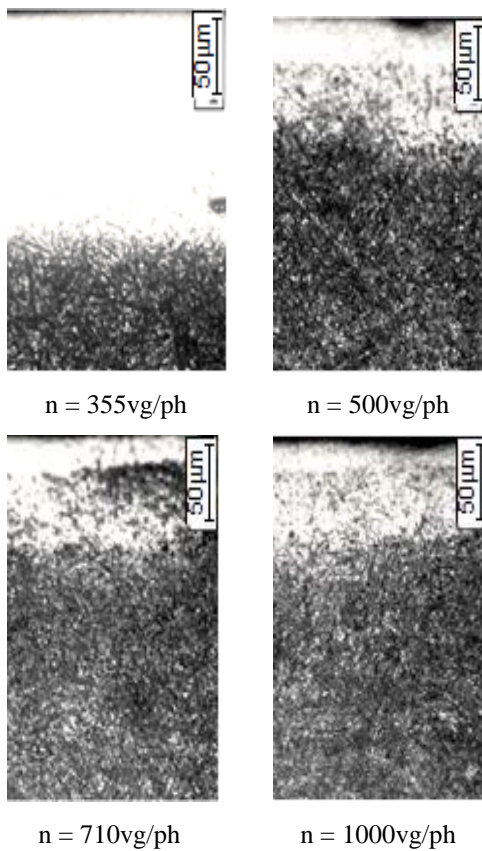
Đầu laser được gắn vào bàn xe dao dọc và chuyển động cùng với lượng tiến dao. Lượng tiến dao nhỏ, chùm laser sau sẽ chiếu đè lên vết chùm laser trước đó một phần lớn hơn so với lượng tiến dao lớn, nguồn nhiệt tập trung và lớn hơn, vì vậy chiều sâu thấm nhiệt lớn hơn. Chọn lượng tiến dao lớn, chùm laser sau chiếu lên vết laser trước một lượng nhỏ hơn, nhiệt độ bề mặt phôi nhỏ, dẫn đến chiều sâu thấm nhiệt nhỏ hơn.



Hình 6. Ảnh hưởng của lượng tiến dao đến độ cứng tế vi khi chưa cắt

Với lượng tiến từ 0,06-0,12mm/vg, độ cứng tế vi từ bề mặt đến chiều sâu 0,05mm cao hơn so với độ cứng tế vi của phôi; hiện tượng này có thể do laser có năng lượng lớn làm nhiệt độ bề mặt phôi nóng lên trong thời gian ngắn, đồng thời tốc độ nguội của bề mặt phôi rất lớn làm cho một lớp mỏng vật liệu bề mặt phôi biến cứng do nguội nhanh của hạt mịn. Với chiều sâu cách bề mặt khoảng 0,1mm, độ cứng tế vi thấp hơn độ cứng tế vi của phôi là do xảy ra hiện tượng ram kim loại; khoảng cách từ 0,1mm độ cứng lại tăng dần đến khoảng cách 0,15mm thì độ cứng không thay đổi (hình 6). Với lượng tiến dao 0,15mm/vg, chùm laser sau chiếu lên vết laser trước một phần nhỏ nhiệt độ bị phân tán nhanh, không đủ thời gian để làm thay đổi tổ chức vật liệu.

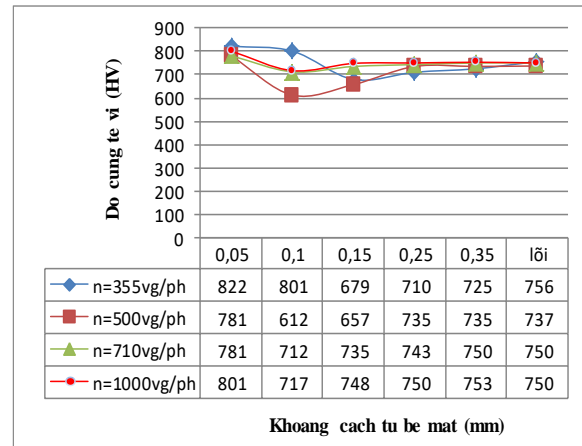
3.2.2. Ảnh hưởng của tốc độ vòng quay



Hình 7. Ảnh hưởng của tốc độ vòng quay đến chiều sâu thấm nhiệt khi chưa cắt

Các thông số $s=0,06$ mm/vg, $P = 330W$, $t_T = 10s$ giữ không đổi; thay đổi tốc độ vòng quay. Các chi tiết sau khi gia nhiệt được đem đi chụp tổ chức tế vi để biết chiều sâu thấm nhiệt và đo độ cứng tế vi (hình 7) và đo độ cứng tế vi (hình 8). Tốc độ vòng quay chậm, công suất nguồn nhiệt laser và thời gian tương tác với vật liệu chi tiết như nhau, nhưng chiều dài chi tiết được nung nóng ngắn hơn, luồng khí xung quanh chi tiết nhỏ hơn, nhiệt tập

trung và dẫn vào sâu phía trong chi tiết nhiều hơn, nên chiều sâu thấm nhiệt lớn hơn khi tốc độ vòng quay lớn.



Hình 8. Ảnh hưởng của tốc độ vòng quay đến độ cứng tế vi khi chưa cắt

Khi thay đổi tốc độ vòng quay, độ cứng lớp bề mặt trong khoảng 0,05mm cao hơn độ cứng của phôi là do chùm laser sau chiếu lên vết chùm laser trước khi lượng chạy dao nhỏ, nhiệt độ bề mặt tăng cao đồng thời bề mặt chi tiết bị biến cứng do tác động của khối khí nóng va đập. Ở tốc độ vòng quay thấp nhiệt độ ram cao hơn, độ cứng tại vị trí cách bề mặt chi tiết 0,1mm nhỏ hơn và chiều sâu có độ cứng thay đổi lớn hơn. Căn cứ vào kết quả này ta có thể tăng chiều sâu cắt để tăng năng suất cắt (hình 8).

3.3. Ảnh hưởng của các thông số đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi khi tiện có gia nhiệt bằng laser

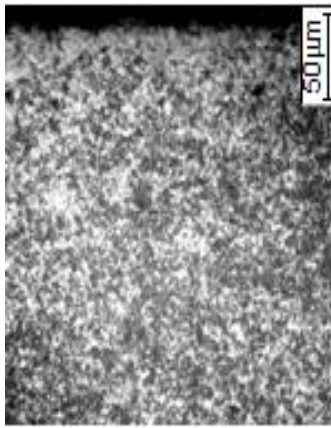
Mục tiêu cần hướng tới là sau khi tiện vật liệu cứng có gia nhiệt bằng laser, yêu cầu tính chất vật liệu chi tiết sau khi gia công không thay đổi đáng kể so với vật liệu phôi ban đầu; từ đó nghiên cứu tiến hành kiểm tra ảnh hưởng của các thông số đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi của chi tiết sau khi gia công.

3.3.1. Ảnh hưởng của chiều sâu cắt đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi

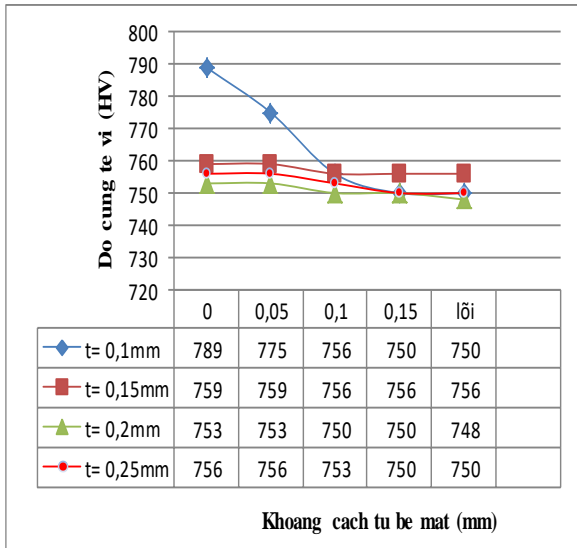
Để khảo sát sự ảnh hưởng của chiều sâu cắt đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi, chọn các thông số $n = 1000vg/ph$, $s = 0,06mm/vg$, $P = 330W$, $t_T = 10s$ cố định, chiều sâu cắt thay đổi từ 0,1 - 0,3mm. Sau khi tiện xong chi tiết, tiến hành chụp tổ chức tế vi để kiểm tra chiều sâu thấm nhiệt (Hình 9) và độ cứng tế vi (hình 10).

Chiều sâu cắt chọn $t = 0,1mm$ tương ứng với điểm có độ cứng thấp nhất (hình 6), tại vị trí này do tương tác với nguồn laser nên nhiệt độ vẫn lớn cùng với đó là việc lưỡi cắt đang tham gia vào quá trình gia

công làm phát sinh nhiệt cắt, tổng hợp của hai nguồn nhiệt này sẽ lớn, kết hợp với lực cắt dẫn đến sự xô lệch mạng tinh thể, làm biến cứng bề mặt; do đó độ cứng đến vị trí cách bề mặt chỉ tiết 0,1mm lớn (hình 10). Khi chọn chiều sâu cắt từ 0,15-0,25mm, tức là vị trí có độ cứng gần như không đổi (hình 6) so với độ cứng của phôi. Vị trí này nguồn laser tác động để sinh nhiệt là không đáng kể, nhiệt cắt tại mũi dao lúc này là tương tự nhiệt cắt trong gia công thông thường, do đó nó không làm ảnh hưởng đến độ cứng bề mặt chỉ tiết sau gia công; nhưng vẫn đảm bảo là cắt được dễ dàng, vì phần lớn chiều sâu cắt đã được nguồn nhiệt laser nung nóng, làm liên kết kim loại yếu đi, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình cắt. Phương pháp gia công tiện vật liệu cứng có gia nhiệt bằng laser có thể nâng cao được năng suất với việc chọn chiều sâu cắt lớn mà không ảnh hưởng đến quá trình cắt.



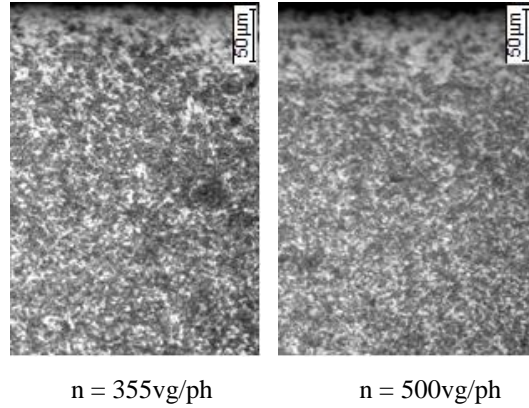
Hình 9. Ảnh hưởng của chiều sâu cắt đến chiều sâu thấm sau gia công tiện ($t = 0,15\text{mm}$)



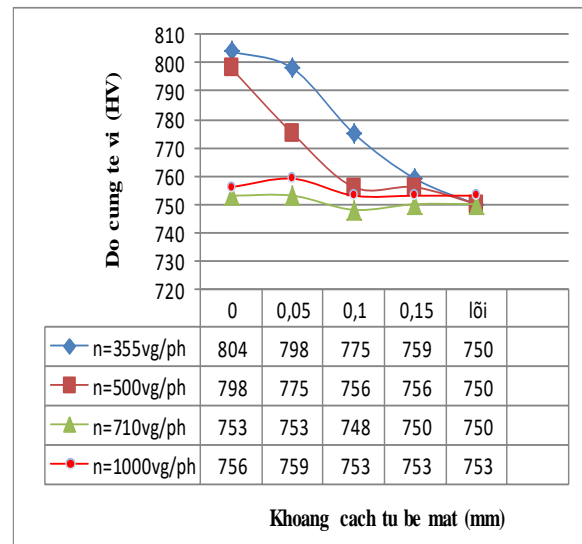
Hình 10. Ảnh hưởng của chiều sâu cắt đến độ cứng tế vi sau gia công tiện

3.3.2. Ảnh hưởng của tốc độ vòng quay đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi.

Để khảo sát, các thông số $s = 0,06\text{mm/vg}$, $t = 0,15\text{mm}$, $P = 330\text{W}$, $t_T = 10\text{s}$ được giữ cố định; tốc độ cắt được thay đổi từ 355-1000vg/ph. Kết quả được chỉ rõ trong hình 11 và 12.



Hình 11. Ảnh hưởng của tốc độ vòng quay đến chiều sâu thấm nhiệt sau khi tiện



Hình 12. Ảnh hưởng của tốc độ vòng quay đến độ cứng tế vi sau khi tiện

Với tốc độ 355vg/ph và 500vg/ph thì chiều sâu thấm nhiệt tương ứng là 0,35mm và 0,25mm (hình 11). Như chỉ ra trong hình 12, khi chiều sâu cắt đạt 0,15mm, nhiệt độ tại vị trí này cao do ảnh hưởng của laser, kết hợp cùng nhiệt cắt sinh ra tại mũi dao làm xô lệch mạng, độ cứng sẽ tăng lên. Với tốc độ vòng quay lớn hơn 710-1000vg/ph, độ cứng tế vi sau tiện thay đổi không đáng kể. Như vậy với phương pháp gia công tiện vật liệu cứng có gia nhiệt bằng laser có thể nâng cao năng suất bằng cách chọn tốc độ vòng quay lớn.

3.3.3. Ảnh hưởng của lượng tiến dao đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi.

Chọn thông số $n = 1000\text{vg/ph}$, $t = 0,15\text{mm}$, $P = 330\text{W}$, $t_r = 10\text{s}$ giữ cố định, lượng tiến dao thay đổi từ $0,06\text{mm/vg} - 0,15\text{mm/vg}$. Sau gia công tiện, đem chi tiết chụp tổ chức tế vi để xác định chiều sâu thấm nhiệt - kết quả năng lượng chùm laser không làm ảnh hưởng đến chiều sâu thấm nhiệt trong điều kiện thí nghiệm này. Khi lượng tiến dao thay đổi, độ cứng tế vi hầu như không thay đổi (bảng 4).

Bảng 4. Ảnh hưởng của lượng tiến dao đến độ cứng tế vi

S (mm/vg)	Độ cứng tế vi cách bề mặt (HV)				
	0	0,05	0,1	0,15	Lỗi
0,06	756	753	753	750	750
0,09	753	753	753	753	750
0,12	753	750	753	750	748
0,15	750	753	750	748	745

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã đánh giá được ảnh hưởng của công suất laser đến nhiệt độ bề mặt phôi và đã chỉ ra rằng với công suất laser nhỏ hơn 255W không ứng dụng được vào để gia nhiệt khi tiện. Bên cạnh việc đánh giá được ảnh hưởng của nhiệt độ đến chiều sâu thấm tôi và ảnh hưởng của thời gian trễ, điểm đặt laser đến nhiệt độ bề mặt phôi còn đưa ra cơ sở để chọn các thông số hợp lý nhằm nâng cao năng suất gia công và thuận tiện cho quá trình gá đặt đầu laser.

Nghiên cứu cũng đã khảo sát, đánh giá ảnh hưởng của các thông số đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi trong trường hợp chưa cắt gọt; căn cứ vào kết quả này để lựa chọn chế độ cắt thích hợp.

Đã phân tích ảnh hưởng của các thông số đến chiều sâu thấm nhiệt và độ cứng tế vi trong trường hợp tiện có gia nhiệt bằng laser. Kết quả cho thấy khi chiều sâu cắt lớn hơn 0,1mm và tốc độ vòng quay lớn

hơn 500vg/ph thì độ cứng bề mặt và độ cứng tế vi của chi tiết sau gia công thay đổi không đáng kể. Ngoài ra, khi thay đổi lượng tiến dao thì độ cứng bề mặt và độ cứng tế vi của chi tiết sau gia công cũng không thay đổi. Vậy, phương pháp tiện vật liệu cứng có gia nhiệt bằng laser có thể nâng cao được năng suất gia công.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số “107.02-2016.01”.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nghiêm Hùng, Vật liệu cơ sở, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2007.
- [2]. Banh Tien Long, Nguyen Huu Phan, Ngo Cuong, Nguyen Duc Toan, Surface quality analysis of die steels in powder-mixed electrical discharge machining using titan powder in fine machining, *Advances in Mechanical Engineering* 8(7) (2016) 1687814016657732
- [3]. Shi, J., and Liu, C. R., On predicting chip morphology and phase transformation in hard machining, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 27(7) (2006), 645-654.
- [4]. Shi, J. and Liu, C.R., “Flow stress property of hardened steel under high temperature with tempering effect” *Int. J. Mech. Sci.*, Vol. 46(6) (2004), 891–906.
- [5]. S. Sun, M. Brandt, M.S. Dargusch, Thermally enhanced machining of hard-tomachine materials-a review, *International Journal of Machine Tools and Manufacture* 50 (2010) 663–680.
- [6]. William. M. Steen Jyotirmoy Mazumder, *Laser Material Processing*, Springer (2010).
- [7]. Hongtao Ding, Yung C. Shin, Improvement of machinability of Waspaloy via laser-assisted machining, *International Journal Manufacture Technology* (2013) 64:475-486.
- [8]. Bàn Tiến Long, Trần Thế Lục, Trần Sỹ Túy, Nguyên lý gia công vật liệu, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật (2001).
- [9]. Nguyễn Ngọc Đào, Trần Thế San, Hồ Viết Bình, Chế độ cắt gia công cơ khí, Nhà xuất bản Đà Nẵng (2002).