

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG ĐO NHIỆT KHÍ MÀI PHẪNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Luu Anh Tùng¹, Vũ Ngọc Pi¹, Bành Tiến Long²,

¹Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - ĐH Thái nguyên

²Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Trong gia công mài nói chung và mài phẳng nói riêng, nhiệt độ sinh ra trên bề mặt mài ảnh hưởng lớn đến chất lượng của bề mặt gia công. Vì thế cho nên việc đo nhiệt độ sinh ra trong quá trình mài phẳng là rất cần thiết. Nó cũng là cơ sở để có những biện pháp thích hợp nhằm kiểm soát nhiệt độ tại bề mặt mài theo ý muốn. Bài báo này trình bày một nghiên cứu mới về thiết kế, chế tạo hệ thống đo nhiệt trong quá trình mài phẳng. Hệ thống đo nhiệt này được thiết kế nhằm đo liên tục nhiệt độ tại bề mặt phôi khi mài phẳng. Kết quả đo được được hiển thị qua phần mềm cho biết diễn biến của quá trình nhiệt theo thời gian và được lưu trữ trên máy tính.

Từ khóa: Mài phẳng, truyền thông nối tiếp, đo nhiệt

ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong gia công mài nói chung và mài phẳng nói riêng, năng lượng yêu cầu nhằm bóc tách một đơn vị khối lượng vật liệu gia công là rất cao. Năng lượng này có thể gấp mười lần năng lượng cắt kim loại [1]. Hầu như toàn bộ năng lượng này được chuyển thành nhiệt năng trong vùng cắt. Phần lớn các dòng năng lượng này được truyền vào phôi và gây ra các tác hại về nhiệt cho sản phẩm sau gia công như mòn, chuyển biến pha, gây ứng suất không mong muốn, nứt tế vi và giảm độ bền mỏi [1]. Do đó, cần thiết phải xác định được nhiệt cắt sinh ra khi mài. Từ đó có những biện pháp hữu hiệu nhằm cải thiện điều kiện gia công và nâng cao chất lượng của quá trình mài.

Cho đến nay đã có rất nhiều nghiên cứu về xác định nhiệt cắt khi mài nói chung và mài phẳng nói riêng. Các nghiên cứu này được tiến hành cả bằng lý thuyết và thực nghiệm. Trong [2, 3, 4] các tác giả đã sử dụng mô hình lý thuyết để xác định công thức tính nhiệt cắt khi mài. Trong [5] đã sử dụng sợi quang học; trong [6,7] phương pháp quang học; trong [8, 9] sử dụng màng mỏng PVD trên phôi; trong [10] sử dụng can nhiệt hoặc trong [11] sử dụng phương pháp phân tử hữu hạn kết hợp với thực nghiệm để xác định và kiểm chứng

trường nhiệt cắt khi mài phẳng... Mỗi phương pháp có những ưu, nhược điểm riêng. Tuy nhiên, phương pháp đo sử dụng cặp nhiệt điện hay can nhiệt là phương pháp cho kết quả tương đối chính xác và dễ dàng lắp đặt nhất, ghi lại được nhiệt độ liên tục trong quá trình gia công.

Bài báo này trình bày một kết quả mới về thiết kế, chế tạo thiết bị đo nhiệt khi mài phẳng sử dụng can nhiệt loại K.

GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Can nhiệt loại K có cấu tạo như trên hình 1. Nó gồm 2 thanh kim loại vật liệu khác nhau được hàn dính 1 đầu T_{sense} gọi là đầu nóng (hay đầu đo), hai đầu còn lại T_{ref} gọi là đầu lạnh (hay là đầu chuẩn). Đầu nóng tiếp xúc với môi trường đo, đầu lạnh để tự do. Khi có sự chênh lệch nhiệt độ giữa đầu nóng và đầu lạnh thì sẽ phát sinh một sức điện động E tại đầu lạnh.

Nguyên lý làm việc

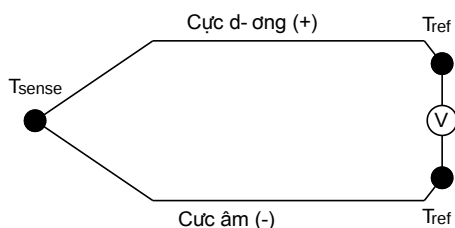
Khi có sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai điểm T_{sense} và T_{ref} của hai thanh kim loại thì đầu còn lại sẽ xuất hiện một suất điện động E :

$$E(T_{sense}, T_{ref}) = E(T_{sense}) - E(T_{ref})$$

Giả sử nhiệt độ T_{ref} không đổi và T_{sense} phụ thuộc vào môi trường cần đo nhiệt độ thì ta có: $E(T_{sense}, T_{ref}) = E(T_{sense}) - C = f(T_{sense})$

với C là hằng số.

*Tel: 0974 614399, Email: luuanhtung@tnut.edu.vn



Hình 1. Cấu tạo của can nhiệt loại K

Giá trị của suất điện động đầu ra E phụ thuộc vào điểm nhiệt độ T_{sense} và T_{ref} , cũng như vật liệu chế tạo nên can nhiệt.

Can nhiệt sử dụng là loại can K, có cực dương là:

Cực dương: Chromel (80% Ni + 10% Cr + 10% Fe)

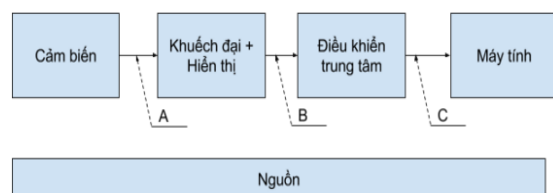
Cực âm: Alumel (95%Ni + 5%(Mn + Cr + Si))

Can nhiệt loại K có dải đo rộng: 0-1200°C, nhiệt độ làm việc liên tục là dưới 900°C.

Vị trí của can nhiệt trong quá trình mài được thể hiện như hình 3.

Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hệ thống

Sơ đồ khối của hệ thống đo nhiệt mài phẳng được thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Sơ đồ khối của hệ thống.

Đặc tả khối chức năng:

- Khối Cảm biến: Khối cảm biến dùng để đo nhiệt độ, dải nhiệt độ dao động rộng, nên sẽ cần dùng can nhiệt, loại K.

- Khối Khuếch đại + Hiển thị: Khối này cần tính chính xác cao, bộ lọc cần thiết phải chính xác, nên chúng ta sẽ dùng bộ điều khiển nhiệt độ đã được kiểm chứng và thương mại hoá trên thị trường.

- Khối Điều khiển trung tâm: Có chức năng chuyển đổi tín hiệu từ khối Khuếch Đại và hiển thị sang dạng tín hiệu ADC. Độ chính xác của bộ ADC có thể đạt tới 16 bit. Mã hoá dữ liệu rồi truyền thông lên PC.

- Khối máy tính: Khối này đọc tín hiệu từ khối trước, giải mã tín hiệu, lưu trữ vào CSDL và hiển thị dưới dạng sóng ra giao diện.

- Khối Nguồn: Nguồn trong hệ thống dùng nguồn xoay chiều 1 pha, và nguồn của máy tính qua cổng USB.

- Tín hiệu A: là dây cảm biến, có bù nhiệt, tín hiệu nhạy nhiệt

- Tín hiệu B: là tín hiệu sau lọc nhiễu, khuếch đại, chuyển đổi sang điện áp 1..5v tương ứng với nhiệt độ min..max

- Tín hiệu C: là đường truyền từ vi điều khiển lên máy tính, dùng giao thức USB full speed, truyền thông với phần mềm qua COM ảo.

Mô tả tín hiệu giao tiếp:

- A: tín hiệu đầu ra của can nhiệt, 2 dây âm và dương.

- B: Tín hiệu nhiệt độ đầu ra, chuẩn SSR, dòng ra 4-20mA, 2 dây: 1 dây tín hiệu và 1 dây GND, có thể kéo dài ra mà không suy hao.

- C: Dây USB, giao tiếp với máy tính qua COM ảo.

Thiết bị, linh kiện chính sử dụng trong hệ thống đo nhiệt gồm:

Module khuếch đại và hiển thị: Sử dụng bộ AX4 của Hàn Quốc - thông số mô tả như bảng 1.

Bảng 1. Thông số của module khuếch đại và hiển thị

Model	AX2	AX3	AX4	AX7	AX9
Nguồn cấp	100~240VAC, 50~60Hz				
Độ chênh áp	±10%				
Công suất tối đa	5.5 VA				
Nhiệt độ môi trường	-5-50 °C				
Độ ẩm	35~85%RH				
Độ rung	10~55 Hz				
Trọng lượng	320 g	320 g	180 g	300 g	400 g

- Kiểu điều khiển: điều khiển PID, điều khiển cân bằng P và điều khiển ON/OFF.

- Tự động điều chỉnh: vận hành PID bằng chế độ tự động điều chỉnh Auto tuning.

- Điều khiển ON/OFF: khi giá trị PV>SV thì OFF, khi giá trị PV<SV thì ON (Điều kiện là độ trễ HYS=0).

- Tích phân thủ công (Manual Reset): có thể cài đặt trong giới hạn từ 0~100%.

- Điều khiển hoạt động đầu ra: có 2 chế độ là Làm nóng và Làm lạnh

- Đầu ra role hay xung điện áp SSR, dòng điện (SCR).

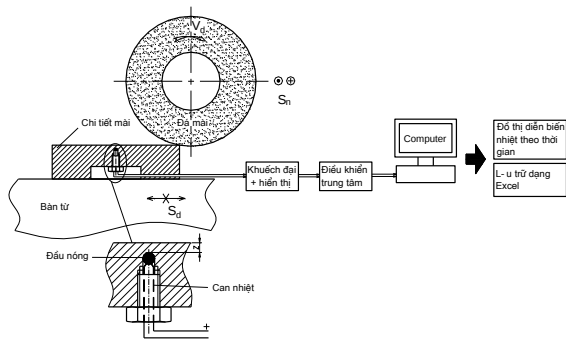
* Chú ý: Đầu ra role tối đa là 3 đầu ra, trong đó 2 đầu ra sử dụng để cảnh báo, đầu ra LBA có thể chọn bất kì. Đối với đầu ra điện áp thì giới hạn từ 12~15VDC, điện trở tải tối thiểu là 600Ω. Trong khi đó, đầu ra dòng chỉ từ 4-20mA và điện trở tải tối đa là 600Ω.

Module điều khiển trung tâm: sử dụng bo mạch phân cứng mở Arduino Nano - các tính năng như bảng 2.

Bảng 2. Tính năng sử dụng bo mạch phân cứng mở Arduino Nano

Vi điều khiển	Atmel ATmega328
Điện áp hoạt động (mức logic)	5 V
Chân vào ra số	14
Chân vào tương tự	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	32 KB
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Sơ đồ thuật toán của quá trình đo nhiệt được thể hiện qua hình 4.



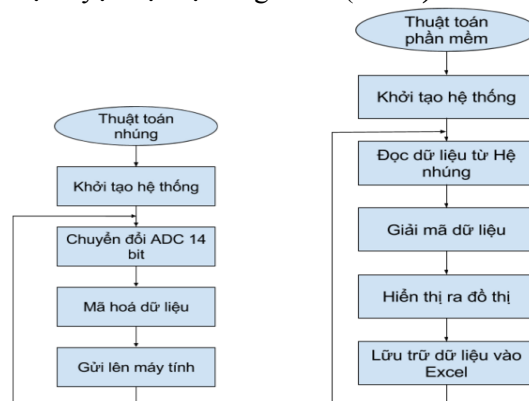
Hình 3. Sơ đồ gia công và vị trí can nhiệt trong quá trình mài phẳng

Kết quả thí nghiệm đo

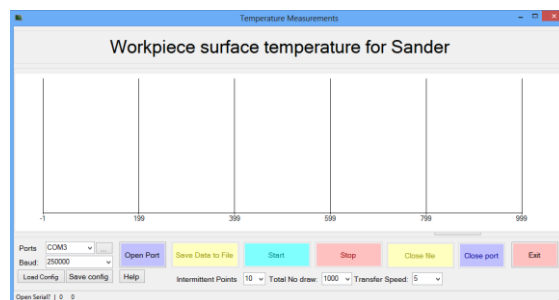
Thí nghiệm được tiến hành với:

Máy: máy mài phẳng MOTO – YOKOHAMA

Phôi: thép 90CrSi kích thước 110x17x17
nhiệt luyện đạt độ cứng HRC (58-60)



Hình 4. Sơ đồ thuật toán.



Hình 5. Giao diện của phần mềm hiển thị

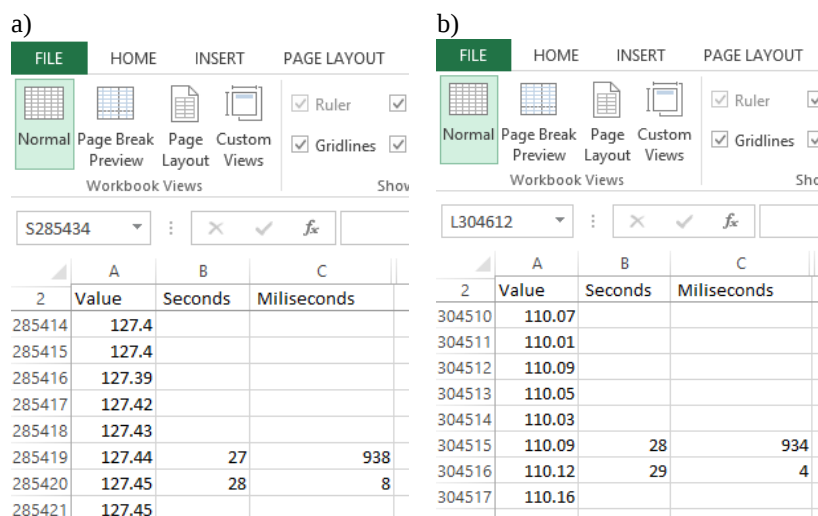
Đá mài: PA60M8V1.300.50.127.30 m/s – Sản xuất tại nhà máy Đá mài Hải Dương.

Chiều sâu cắt 0,02 mm, tốc độ cắt 28 m/s, vận tốc bàn 12 m/phút, dung dịch làm mát là Cantex Aquatex 3180 phun với nồng độ 3%, lưu lượng 10 lít/phút.

Sơ đồ thí nghiệm được bố trí như hình 3, với khoảng cách $z = 0.5$ mm đến bề mặt mài.

Trước khi đo, thiết bị được đo kiểm tra với thiết bị đo nhiệt hồng ngoại GIM 3590 – Đức (giải đo nhiệt -35°C đến 900°C) với nước đun sôi. Kết quả kiểm tra cho thấy: Máy hiển thị $101,2^{\circ}\text{C}$, trong khi thiết bị hiển thị $101,34^{\circ}\text{C}$ (sai lệch $0,14^{\circ}\text{C}$, xấp xỉ 0,14%).

Kết quả đo được thể hiện trong hình 6.



Hình 6. Kết quả đo nhiệt độ theo dạng Excel ở giây thứ 28 với gần 20.000 tín hiệu được lưu trữ mỗi giây.
a) Đầu giây thứ 28; b) Cuối giây thứ 28

KẾT LUẬN

Đã thiết kế và chế tạo thành công hệ thống đo nhiệt khi mài phẳng sử dụng can nhiệt loại K. Mặc dù nguyên lý đo của thiết bị đã được sử dụng trong thực tế, nhưng đây là kết quả nghiên cứu rất nỗ lực nhằm tạo ra thiết bị đo rất đắt tiền nếu nhập ngoại mà độ chính xác vẫn đảm bảo (sai lệch 0,14%). Thêm vào đó, kết quả đo của thiết bị này thể hiện được quá trình diễn biến nhiệt trên bề mặt phôi dưới dạng đồ thị và nhiệt độ theo thời gian dưới dạng Excel giúp việc quan sát và lấy kết quả dễ dàng và thuận tiện. Hơn thế nữa, thiết bị của nghiên cứu này có tốc độ lấy mẫu lên tới 2 MGP là hoàn toàn đáp ứng về số lượng mẫu lấy được khi thời gian tác động nhiệt khi mài qua vị trí của can nhiệt chỉ là 0,01 giây [11]. Kết quả thí nghiệm đo nhiệt độ tới hơn 127 °C hoàn toàn khớp với các thiết bị đo được sử dụng trong [8, 10] ở cùng khoảng cách $z = 0,5$ mm và kết quả này cao hơn hẳn so với nghiên cứu khác ở trong nước [12].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. S. Malkin, (1996), Grinding Technology: Theory and Applications of Machining With Abrasives, Wiley, New York, reprinted by SME.
2. Y. Ju, T. N. Farris, S. Chandrasekar, (1998), Theoretical Analysis of Heat Partition and Temperatures in Grinding, Journal of Tribology, OCTOBER 1998, Vol. 120, pp. 789-794.

3. C. Guo, S. Malkin, (1995), Analysis of Transient Temperatures in Grinding, Journal of Engineering for Industry, NOVEMBER 1995, Vol. 117, pp. 571-577.
4. C. Guo, S. Malkin, (1995), Analysis of Energy Partition in Grinding, Journal of Engineering for Industry, FEBRUARY 1995, Vol. 117, pp. 55-61.
5. T. Ueda, (1993), Measurement of grinding temperature of active grains using infrared radiation pyrometer with optical fiber, Annals of the CIRP 42/1.
6. A. Brosse, P. Naisson, H. Hamdi, J.M. Bergheau, (2008), Temperature measurement and heat flux characterization in grinding using thermography, Journal of Material Processing Technology 46, pp. 2086-2093.
7. D. Anderson, A. Warkentin, R. Bauer, (2008), Comparaison of numerically and analytically predicted contact temperatures in shallow and deep dry grinding with infrared measurements, International Journal of Machine Tools and Manufacture 48, pp. 320-328.
8. T. Kato, H. Fujii, (1997), Temperature Measurement of Workpiece in Surface Grinding by PVD Film Method, Journal of Manufacturing Science and Engineering, NOVEMBER, Vol. 119, pp. 689-694.
9. T. Kato, Hiroshi Fujii (2000), Temperature Measurement of Workpieces in Conventional Surface Grinding, Journal of Manufacturing Science and Engineering, May, Vol. 122, pp. 297-303.
10. Bin Shen, Guoxian Xiao, Changsheng Guo, Stephen Malkin, (2008), Thermocouple Fixation Method for Grinding Temperature Measurement, Journal of Manufacturing Science and

Engineering, October 2008, Vol. 130, pp. 151014-1-151014-8.

11. Chahat Sharma, Sudarsan Ghosh, Prabal Talukdar, (2014) Finite Element Analysis of Workpiece Temperature during Surface Grinding of Inconel 718 Alloy, 5 th International & 26th All India Manufacturing Technology, Design and

Research Conference (AIMTDR 2014) December 12th–14th, IIT Guwahati, Assam, India

12. Nguyễn Minh Quân, Nguyễn Trọng Hiếu, (2013) Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống đo nhiệt cắt trong quá trình mài phẳng, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 12, trang 17-20.

SUMMARY

A NEW STUDY ON TEMPERATURE MEASUREMENT SYSTEM IN SURFACE GRINDING

Luu Anh Tung^{1*}, Vu Ngoc Pi¹, Bành Tiến Long²

¹Thai Nguyen University of Technology

²Ha Noi University of Science and Technology

In grinding process as well as surface grinding, the temperature at the grinding surface greatly affects on the quality of the machined surface. Therefore, measurement of the grinding temperature is very necessary. It is also fundamentalist for giving solutions for control the grinding temperature. This paper presents a new study on design and manufacturing of a heat measurement system in surface grinding. This system is designed to continuously measure the temperature at the grinding surface in surface grinding. The measured results are displayed via software which shows the evolution of the thermal process over time and it is stored on the computer.

Keywords: *Surface grinding, serial communication, temperature measurement*

Ngày nhận bài: 01/11/2017; Ngày phản biện: 29/11/2017; Ngày duyệt đăng: 05/01/2018

*Tel: 0974 614399, Email: luuanhtung@tnut.edu.vn