

KIỂM TRA HIỆU CHUẨN ĐỘ CHÍNH XÁC CÁC TRỤC MÁY CẮT DÂY MITSUBISHI MV1200S BẰNG MÁY ĐO XL – 80 LASER MEASUREMENT SYSTEM

CHECKING THE ACCURACY CALIBRATION OF MITSUBISHI MV1200S WIRE CUT MACHINE SHAFTS WITH XL – 80 LASER MEASUREMENT SYSTEM

Hoàng Tùng Lâm*, Hoàng Văn Nam

Trung tâm Việt Nhật, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: hoangtunglamhaui@gmail.com

TÓM TẮT

Khoa học kỹ thuật càng phát triển đòi hỏi phải chế tạo ra các máy gia công EDM CNC có độ chính xác cao, hiện đại và dễ dàng sử dụng. Tất cả các máy gia công EDM CNC [1] đều được dẫn động từ các chuyển động thẳng tịnh tiến và các chuyển động quay tròn. Từng chuyển động này sẽ quyết định độ chính xác của máy. Đối với các máy cắt dây EDM CNC hiện nay thì các trục chuyển động thẳng tịnh tiến sẽ được điều khiển với độ chính xác rất cao lên đến từng Micromet. Với độ chính xác nhỏ như vậy, việc dùng các thiết bị đo để kiểm tra và phát hiện ra các sai lệch trong quá trình di chuyển là công việc rất khó khăn. Trên thế giới và Việt Nam hiện nay thường sử dụng thiết bị đo Laser, một trong các loại máy đang được sử dụng rất phổ biến là máy đo Laser: XL-80 laser system. Trong nội dung bài báo này, chúng ta sẽ làm rõ vai trò của máy (XL-80 laser system) đối với quá trình đo, kiểm tra, hiệu chuẩn độ chính xác trong quá trình dịch chuyển của các trục trên máy cắt dây Mitsubishi MV1200S. Từ đó cũng giúp cho mọi người hiểu hơn về nguyên lý đo, cách kiểm tra, hiệu chuẩn các trục chuyển động tịnh tiến trên các dòng máy gia công cơ khí chính xác. Đối với máy cắt dây đồng EDM CNC Mitsubishi MV1200S có 5 trục chuyển động tịnh tiến là X, Y, U, V, Z. Theo tiêu chuẩn của hãng Mitsubishi, trong quá trình đo Laser nếu phát hiện độ sai lệch trên suốt hành trình của mỗi trục vượt quá ± 0.003 (3 micromet) thì sẽ phải dừng hoạt động của máy để kiểm tra bảo dưỡng, có thể phải thay: băng trượt, trục vít me hoặc dẫn hướng, v.v...

Từ khóa: Máy cắt dây đồng; EDM CNC; Laser.

ABSTRACT

The more developed science and technology requires the manufacture of high-precision, modern and easy-to-use EDM CNC processing machines. All EDM CNC processing machines are driven by linear and rotary movements. Each of these movements will determine the accuracy of the machine. For current EDM CNC wire cutting machines, the linear and rotary motion axes will be controlled with very high precision up to each Micrometer. With such small precision, using measuring devices to check and detect deviations in the displacement process is very difficult. In the world and Vietnam today, Laser measuring devices are often used, one of the most commonly used machines is the Laser measuring machine: XL-80 laser system. In this article, we will clarify the

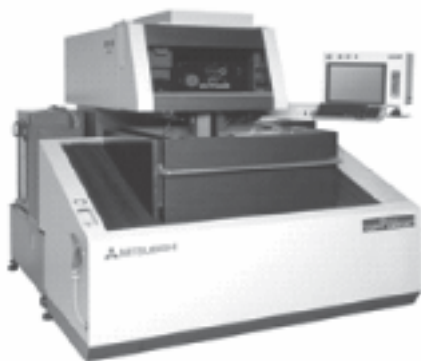
role of the machine (XL-80 laser system) in the process of measuring, checking and calibrating the accuracy in the displacement process of the axes on the Mitsubishi MV1200S wire cutting machine. This also helps people better understand the measurement principles, how to check and calibrate the linear motion axes on precision mechanical processing machines. For the Mitsubishi MV1200S CNC EDM copper wire cutting machine, there are 5 linear motion axes: X, Y, U, V, Z. According to Mitsubishi's standards, during the Laser measurement process, if the deviation on the entire path of each axis is found to exceed ± 0.003 (3 micrometers), the machine will have to stop operation for maintenance inspection, and may have to be replaced: slide belt, screw shaft or guide...

Keywords: Wire cut EDM; EDM CNC; Laser.

1. GIỚI THIỆU

1.1. Giới thiệu về máy cắt dây đồng (EDM CNC) Mitsubishi MV1200S (Hình 1)

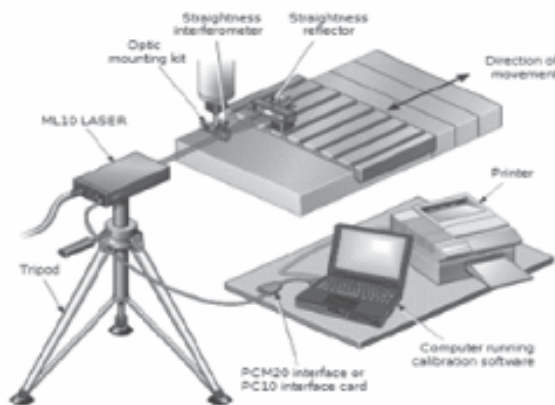
Gia công EDM CNC dòng máy cắt dây hiện nay ở Việt Nam và trên thế giới đang sử dụng hai loại máy là máy cắt dây Đồng và máy cắt dây Molipden. Cả máy cắt dây Đồng và máy cắt dây Molipden đều gia công được những sản phẩm giống nhau nhưng khác nhau về chất lượng, độ chính xác, độ nhám bề mặt, giá thành, năng suất... Nguyên lý hoạt động, dây là một điện cực, phôi là một điện cực. Khi dây tiến lại gần phôi với khoảng cách rất nhỏ thì dây sẽ phóng ra tia lửa điện năng lượng cao đốt cháy và ăn mòn kim loại tạo ra vết cắt. Các sản phẩm gia công trên máy cắt dây đồng chủ yếu là khuôn đột dập, khuôn đúc, đồ gá, thiết bị đo... yêu cầu độ chính xác, độ cứng rất cao.



Hình 1. Máy cắt dây đồng Mitsubishi MV1200S

1.2. Giới thiệu về máy đo Laser (XL-80 laser system) [3]

Máy giao thoa kế laser Renishaw XL-80 cung cấp khả năng đo lường và hiệu chuẩn hiệu suất cao tối ưu cho các hệ thống chuyển động. Bao gồm các máy đo CMM, các máy cắt gọt vạn năng, các máy cắt gọt gia công hiện đại độ chính xác và tự động hóa cao như máy phay CNC, tiện CNC, EDM CNC, v.v... (Hình 2).

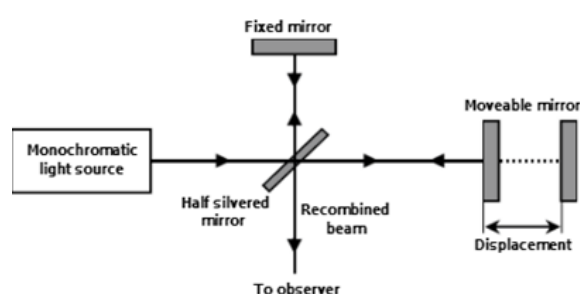


Hình 2. Máy đo Laser XL-80 laser system

1.3. Nguyên lý giao thoa kế

Được Albert Michelson phát hiện vào năm 1880, giao thoa kế của Michelson bao gồm nguồn sáng đơn sắc, gương bán trong suốt và hai gương như thể hiện trong (Hình 3). Trên một gương bán trong suốt, chùm sáng được

chia thành hai phần. Một phần hướng về gương di động và phần thứ hai phản xạ theo góc 90° về phía gương cố định. Gương được đặt theo cách sao cho chùm sáng kết hợp lại hướng về phía người quan sát. Nếu cả hai gương đều cách gương bán trong suốt một khoảng cách thì cả hai chùm sáng phản xạ về phía người quan sát sẽ cùng pha, dẫn đến khuếch đại cường độ ánh sáng. Nếu gương di động được đặt cách gương cố định $\frac{1}{4}$ bước sóng, thì chùm sáng phản xạ lệch pha 180° so với pha của chùm sáng cơ sở và điều đó dẫn đến cái gọi là “giao thoa triệt tiêu” tạo ra bóng tối trên màn hình.



Hình 3. Nguyên lý giao thoa kế

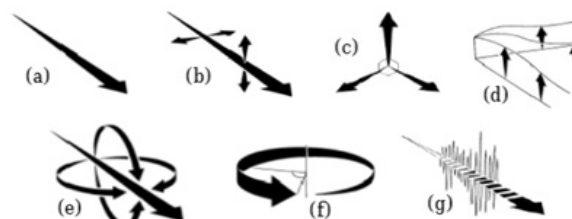
1.4. Nguyên lý của Laser

Laser là chùm ánh sáng tập trung có năng lượng cực lớn. Từ LASER là từ viết tắt của: Laser Amplification by the Stimulated Emission of Radiation, có nghĩa là năng lượng đến từ nguồn sáng kích thích. Ngày nay, hai loại Laser chính đang được sản xuất là CO_2 và Nd (YAG-Neodymium-doped, Yttrium Aluminum Garnet). Các thông số cơ bản của ánh sáng Laser cho thấy nó: Đồng nhất (tất cả các Photon của chùm tia Laser đều cùng pha với nhau); Định hướng (tất cả các Photon đều song song và có hướng); Đơn sắc (tất cả các Photon đều có cùng năng lượng nên màu của chùm tia Laser phụ thuộc vào nguồn năng lượng được sử dụng để kích thích các nguyên tử). Laser CO_2 thuộc nhóm Laser mạnh (400

đến 1500W) và chủ yếu được sử dụng để cắt và tạo hình. Nd:YAG hoạt động theo cùng nguyên lý với Laser CO_2 và chúng thuộc nhóm Laser công suất thấp. Laser công suất thấp được sử dụng để đo.

1.5. Các phép đo cơ bản của máy công cụ sử dụng tia Laser

Có thể thực hiện các phép đo sau bằng tia Laser (Hình 4): (a) độ chính xác định vị tuyến tính và khả năng lặp lại của trục, (b) độ thẳng của trục, (c) độ vuông góc giữa các trục, (d) độ phẳng của bề mặt, (e) định vị góc trục quay, (f) bước góc của trục và (g) độ rung động của máy công cụ.



Hình 4. Các phép đo cơ bản sử dụng tia Laser

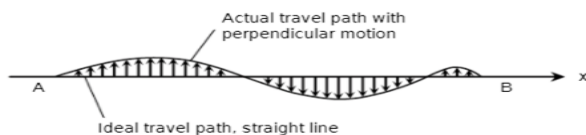
2. GIẢI PHÁP

Đối tượng đo, kiểm tra và hiệu chuẩn lần này là máy cắt dây đồng EDM CNC Mitsubishi MV1200S. Máy cắt dây đồng Mitsubishi MV1200S được đưa vào sử dụng từ năm 2014, máy có 5 trục gồm [2]: X, Y, U, V, Z. Kích thước gia công tối đa của các trục X, Y, Z lần lượt là 400 – 300 – 200 (mm). Các trục U, V chỉ tham gia vào quá trình tạo góc nghiêng cho dây trong quá trình cắt côn, cắt xiên và cắt kết hợp. Trong quá trình sử dụng, chiều cao trục Z thường cố định chính, vì vậy hai trục X, Y là hai trục quan trọng nhất quyết định hầu hết độ chính xác gia công của các sản phẩm. Trong khuôn khổ bài báo, chúng ta sẽ sử dụng máy đo Laser XL-80 laser system để kiểm tra độ sai

lệch trên các trục X, Y để xem sau một khoảng thời gian dài sử dụng, từ tháng 9 năm 2014 đến tháng 11 năm 2021, thì các sai lệch trên các trục có nằm trong phạm vi sai lệch cho phép hay không.

Để thực hiện quá trình đo, kiểm tra, hiệu chuẩn, chúng tôi có nhờ sự giúp đỡ của hãng Mitsubishi Việt Nam trực tiếp là hai kỹ thuật viên phụ trách dòng máy EDM CNC. Quá trình đo, kiểm tra, hiệu chuẩn sử dụng máy đo Laser thực hiện theo bảng chỉ dẫn thao tác và tuân thủ tuyệt đối các quy trình chỉ thị trong tài liệu hướng dẫn.

Định nghĩa về phép đo độ thẳng: Phép đo độ thẳng cho thấy sự lệch trục. Phép đo này xác định sự lệch trục nhất định so với trục lý tưởng hoặc so với đường dẫn tham chiếu của một bộ phận máy nhất định (Hình 5). Sự lệch này có thể do đường dẫn bị mòn, do máy bị va đập biến dạng, v.v... Độ lệch thẳng này có tác động trực tiếp đến độ chính xác các khâu trong quá trình gia công.



Hình 5. Biểu đồ hiển thị độ lệch thẳng

Các phép đo được thực hiện bằng hệ thống Laser Renishaw (máy đo XL-80 laser system). Hệ thống Laser Renishaw đo độ chính xác của độ thẳng và khả năng lặp lại của chuyển động máy bằng cách đo độ lệch của các điểm mục tiêu so với trục tham chiếu. Sử dụng máy đo XL-80 laser system để thực hiện đo độ thẳng của chuyển động trượt tịnh tiến trên trục Y của máy cắt dây Mitsubishi MV 1200S chiều dài dịch chuyển trong khoảng 250 mm ÷ 300 mm. Theo thông số kỹ thuật của nhà sản xuất máy, độ lệch này phải nhỏ hơn ± 3 Micromet trên chiều dài 300 mm.

Nguồn Laser trên hệ thống Laser này được đặt trên chân máy bên ngoài máy, trong khi giao thoa kế được đặt trên bộ phận có thể di chuyển và gương được đặt trên bộ phận cố định của máy. Độ lệch của các điểm mục tiêu so với trục tham chiếu, được đặt giữa nguồn Laser và gương trên bộ phận cố định của máy Mitsubishi MV1200S. Các thiết bị đo kiểm và cách tổ chức, bố trí phối hợp giữa các thiết bị trong quá trình kiểm tra được thực hiện như Hình 6.

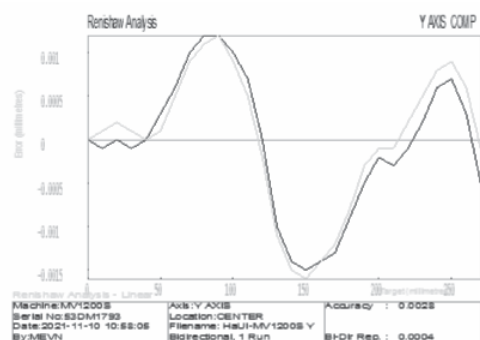


Hình 6. Quá trình kiểm tra độ lệch trên trục Y

Sau khi hệ thống quang học được định vị và kết nối với phần mềm quản lý trên máy tính, tiến hành di chuyển trục trên suốt hành trình thực hiện lặp lại 4 lần trên cùng một hành trình di chuyển, kết quả các giá trị sai lệch được hiển thị qua biểu đồ (Hình 7).

3. KẾT QUẢ

3.1. Kết quả đo trên trục Y

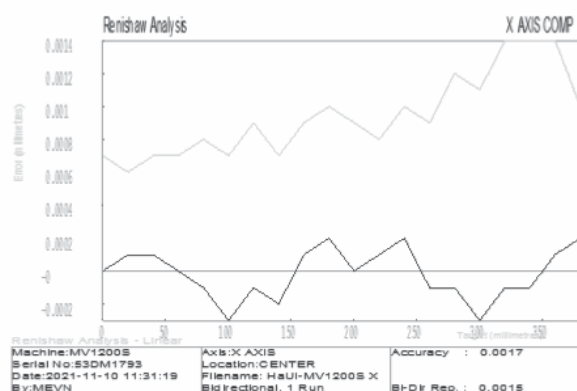


Hình 7. Biểu đồ hiển thị độ lệch trên trục Y

Nhìn trên biểu đồ (Hình 7), ta thấy sử dụng máy đo Laser XL-80 laser system kiểm tra sai lệch trên toàn bộ hành trình của trục Y đối với máy cắt dây Mitsubishi MV1200S thì các giá trị sai lệch biến thiên. Giá trị sai lệch cao nhất là 0.001 mm (1 Micromet), giá trị sai lệch thấp nhất là -0.0015 mm (-1,5 Micromet).

3.2. Kết quả đo trên trục X

Tiếp tục làm tương tự với trục X trên máy cắt dây Mitsubishi MV 1200S, vẫn sử dụng máy đo XL-80 laser system, chỉ điều chỉnh hành trình dịch chuyển với khoảng cách dịch chuyển trong khoảng $350 \div 400$ mm. Kết quả đo, kiểm tra, hiệu chuẩn như trong Hình 8. Nhìn trên biểu đồ (hình 8), ta thấy sử dụng máy đo Laser XL-80 laser system kiểm tra sai lệch trên toàn bộ hành trình của trục X đối với máy cắt dây Mitsubishi MV1200S thì các giá trị sai lệch biến thiên. Giá trị sai lệch cao nhất là 0.002 mm (1 Micromet), giá trị sai lệch thấp nhất là -0.002 mm (-2 Micromet).



Hình 8. Biểu đồ hiển thị độ lệch trên trục X

4. KẾT LUẬN

Theo tiêu chuẩn của hãng máy Mitsubishi áp dụng cho máy cắt dây đồng (EDM CNC) Mitsubishi MV1200S: Nếu giá trị sai lệch nằm trong khoảng ± 0.003 mm (± 3 Micromet) máy vẫn hoạt động làm việc bình thường; Nếu giá trị sai lệch nằm ngoài khoảng ± 0.003 mm (± 3 Micromet) thì nên kiểm tra xem máy có bị va đập biến dạng ở đâu không, nếu không thì nên thay băng trượt, dẫn hướng hoặc trục vít me v.v... Đối với lần đo và kiểm tra này, các giá trị sai lệch trên trục X (Max: 0.002 mm; Min: -0.002mm) và trục Y (Max: 0.001 mm; Min: -0.0015 mm). Các giá trị sai lệch này vẫn nằm trong phạm vi cho phép chứng tỏ độ chính xác của máy vẫn đảm bảo, máy vẫn làm việc bình thường mà không phải sửa chữa thay thế gì cả. ❖

Ngày nhận bài: 26/3/2025

Ngày phản biện: 17/4/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Vũ Hoài Ân, “*Gia công tia lửa điện CNC*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2005.
- [2]. https://www.mitsubishielectric.com/fa/vn_en/products/mecha/edm/wire/index.html
- [3]. https://www.renishaw.com/en/xl-80-laser-system--8268?srsId=AfmBOoqcp93n7e7bNE0Ykx2O5Wp_Wa3RLp6vqkfwA2Z9IAfJOMuUVcjd