



Kiểm tra thiết bị robot cắt kim loại sử dụng bức xạ fiber laser. Ảnh: NACENTECH.

Làm chủ công nghệ robot cắt kim loại sử dụng fiber laser

“

Thông qua việc thực hiện đề tài khoa học và công nghệ cấp quốc gia “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo, tích hợp thiết bị robot cắt kim loại sử dụng bức xạ fiber laser” (mã số: ĐTĐL.CN-126/21), ThS. Giang Hạnh Khôi và các cộng sự thuộc Viện Ứng dụng Công nghệ (nay là Viện Đổi mới sáng tạo quốc gia, Bộ Khoa học và Công nghệ) đã làm chủ thiết kế và công nghệ chế tạo thiết bị. Kết quả nghiên cứu cho phép phát triển hệ thống robot cắt kim loại bằng laser có độ chính xác cao, phục vụ các ngành cơ khí và chế tạo trong nước.

”

Hiện nay, với sự phát triển của các ngành công nghiệp công nghệ cao như: Điều khiển tự động, robot, điện tử, bán dẫn, v.v đòi hỏi phải sử dụng các chi tiết cơ khí tích hợp có kích thước nhỏ gọn và độ chính xác rất cao. Kỹ thuật cắt vật liệu kim loại bằng chùm tia laser là một trong những công nghệ tiêu biểu được sử dụng nhiều trong gia công vật liệu và đáp ứng yêu cầu về độ chính xác.

Gia công vật liệu bằng ánh sáng không phải là công nghệ mới. Tuy nhiên, việc gia công vật liệu bằng nguồn nhiệt (ánh sáng mặt trời) hoặc chuẩn nhiệt (các đèn phóng điện khí) vẫn có những mặt hạn chế nhất định.

Laser có thể thay thế mọi phương pháp gia công truyền thống như: hàn, tôi, khoan, cắt, gọt, bào, uốn, v.v. Tuy nhiên, có thay thế được hay không thì không chỉ là vấn đề khả thi, mà còn là vấn đề kinh tế. Một phương pháp gia công truyền thống sẽ chỉ được thay thế bởi phương pháp laser một khi chứng minh được là dùng laser tốt hơn và rẻ hơn. Vì thế cho đến nay, các khả năng của laser cũng mới chỉ được khai thác, ứng dụng trong việc gia công chi tiết có giá trị cao.

Trước năm 2010, trên thế giới chủ yếu sử dụng laser khí CO₂ để gia công vật liệu, loại laser khí này phát bước sóng trong vùng hồng ngoại xa (10,6 μm) với công suất liên tục có thể lên tới hàng chục kW. Vì bước sóng khá dài nên không thể dùng thấu kính thủy tinh để hội tụ được mà phải dùng gương hoặc thấu kính bằng vật liệu germani hay selenua chì gây hạn chế về thời gian sống của linh kiện. Laser sợi quang công suất cao: Thuật ngữ fiber laser (laser sợi quang) đề cập đến các loại laser có môi trường hoạt chất là các sợi quang được pha tạp một số loại ion đất hiếm như: erbium (Er³⁺), neodymium (Nd³⁺), ytterbium (Yb³⁺), thulium (Tm³⁺), praseodymium (Pr³⁺), v.v.

Hầu hết các laser sợi quang đều là loại laser được bơm quang học bằng laser diode. Mặc dù, môi trường hoạt chất của laser sợi quang là tương tự như laser rắn tinh thể (Nd:YAG, Nd:YVO₄). Tuy nhiên, do hiệu ứng dẫn sóng và diện tích mode hiệu dụng rất nhỏ nên chúng sẽ có các tính chất khác biệt căn bản. Nguồn bơm quang là các laser diode có độ ổn định lớn, làm

việc lâu dài, tiêu thụ điện năng thấp. Hiện nay, các loại laser sợi quang đang được sử dụng để thay thế các loại laser khí CO₂ và laser rắn Nd:YAG nhờ những ưu điểm nổi bật như:

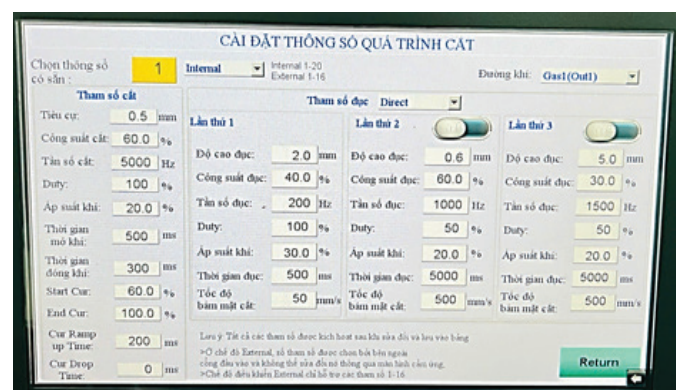
Hoạt chất được chế tạo nằm trong lõi của sợi quang và được bảo vệ, ánh sáng truyền trong sợi quang được cách ly với môi trường bên ngoài (bụi, nước, v.v). Các loại laser sợi quang có thể được bố trí nhỏ gọn, toàn bộ buồng cộng hưởng laser.

Môi trường hoạt chất trong sợi quang có dải tăng ích rộng do các dịch chuyển laser bị mở rộng mạnh trong môi trường thủy tinh của sợi quang, điều này cho phép thay đổi bước sóng laser phát trong một khoảng rộng và dễ dàng tạo ra các xung laser cực ngắn.

Do hiệu suất tăng ích cao của các sợi quang pha tạp, các laser sợi quang có khả năng hoạt động với mức công suất bơm thấp, có thể chế tạo được loại laser sợi quang công suất rất lớn lên tới hàng chục kW bằng cách ghép nối nhiều module laser sợi quang với nhau.

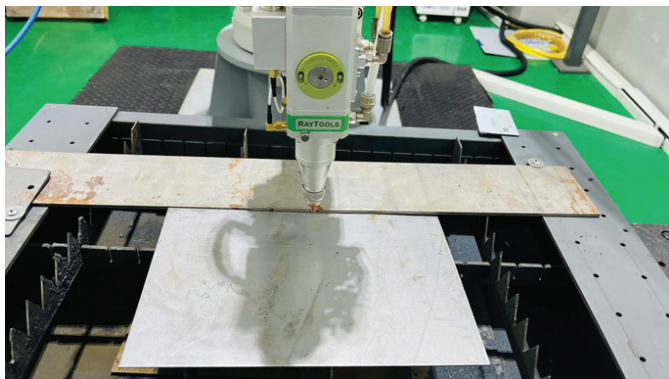
Độ linh hoạt về chuyển động của sợi quang giúp dễ dàng ghép nối laser sợi quang lên cánh tay robot 6 trục để gia công vật liệu theo quỹ đạo không gian 3D.

Việc nghiên cứu, tích hợp, chế tạo thiết bị robot cắt vật liệu kim loại bằng bức xạ laser sợi quang có ý nghĩa rất quan trọng. Bên cạnh việc làm chủ công nghệ tích hợp còn làm tiền đề để phát triển các máy loại máy cắt có công suất cao hơn trong tương lai, phù hợp với định hướng phát triển ngành công nghiệp của Việt Nam; đồng thời đáp ứng nhu cầu thực tế của xã hội và đang được Đảng và Nhà nước khuyến khích đầu tư nghiên cứu, phát triển.



Khảo sát hệ thiết bị. Ảnh: NACENTECH.

Thông qua việc khảo sát và tham khảo các hệ thiết bị cắt kim loại bằng laser sử dụng cánh tay robot trên thế giới, các nhà khoa học của Viện Ứng dụng Công nghệ đã đề xuất và được Bộ Khoa học và Công nghệ phê duyệt thực hiện nhiệm vụ “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo, tích hợp thiết bị robot cắt kim loại sử dụng bức xạ fiber laser” nhằm mục đích thiết kế, chế tạo hệ thiết bị robot cắt bằng bức xạ laser sợi quang.



Đánh giá chất lượng vật cắt. Ảnh: NACENTECH.

Hệ thiết bị được chế tạo tích hợp dựa trên các khối module linh kiện đã có sẵn trên thị trường, bao gồm: Nguồn phát laser sợi quang, đầu cắt laser, cánh tay robot, driver điều khiển robot, v.v. Đây đều là những module có chất lượng cao được lựa chọn và cung cấp từ các nhà sản xuất lớn có uy tín trên thế giới. Điều này sẽ giúp đảm bảo sự ổn định và tin cậy của hệ thống được chế tạo, từ đó có thể ứng dụng ngay sản phẩm của đề tài vào thực tế sản xuất.

Sau khi triển khai, các nhà khoa học đã làm chủ thiết kế, công nghệ chế tạo, tích hợp thiết bị robot cắt kim loại sử dụng bức xạ fiber laser công suất 1 kW. Chế tạo, tích hợp được thiết bị robot cắt kim loại sử dụng bức xạ fiber laser công suất 1 kW. Xây dựng được các quy trình công nghệ cắt một số vật liệu kim loại. Hệ thiết bị này có thể đem lại nhiều hiệu quả trong quá trình gia công cắt gọt vật liệu kim loại nhờ những ưu điểm nổi bật như:

Một là, quá trình cắt vật liệu bằng laser là không tiếp xúc, ít chịu ảnh hưởng của biến dạng nhiệt, nên các sản phẩm sau khi cắt laser có thể được sử dụng luôn mà không cần qua một bước gia công xử lý vết cắt sau này.

Hai là, hiệu suất hoạt động cao của laser sợi quang cùng với thời gian hoạt động liên tục kéo dài giúp giảm các chi phí trong quá trình sử dụng thiết bị.

Ba là, độ linh hoạt rất cao cùng khả năng cắt đa hướng giúp hệ thiết bị robot laser sợi quang có thể cắt được các hình dạng 3D phức tạp, kích thước lớn, các đường ống dạng tròn, dạng hộp; hoặc cắt các chi tiết thừa trong các sản phẩm sau vuốt dập, v.v.

Bốn là, khả năng điều khiển hệ thống dễ dàng và độ tự động hóa cao giúp dễ dàng tích hợp thiết bị cắt vào trong một dây chuyền sản xuất tự động, từ đó làm tăng năng suất và hiệu quả sản xuất chế tạo.



Lắp ráp và tủ điều khiển tổng thể thiết bị. Ảnh: NACENTECH.

Đặc biệt, thiết bị có độ chính xác gia công là $\pm 0,5$ mm; tải trọng cánh tay robot lớn nhất 20 kg; tốc độ cắt lớn nhất 12 m/phút; chế độ cắt - điều khiển CNC theo hình dạng thiết kế. Ngoài ra, thiết bị có thể cắt được các biên dạng theo không gian 3D; độ dày vật liệu cắt lớn nhất 5 mm đối với thép cacbon, 2 mm đối với nhôm và 3 mm đối với inox.

Việc chế tạo và tích hợp thành công thiết bị này đã giúp giải quyết bài toán chủ động về công nghệ sản xuất, đồng thời đẩy mạnh tự động hóa công nghiệp và đổi mới công nghệ của ngành cơ khí chế tạo trong nước.

Phong Vũ