

NGHIÊN CỨU ĐÚC HỢP KIM TRONG MÔI TRƯỜNG KHÔNG TRỌNG LỰC

Vào tháng 6 tới, trạm không gian vũ trụ quốc tế (ISS) sẽ tham gia vào một nghiên cứu công nghiệp trong đó buồng thí nghiệm khoa học vật liệu và thiết bị nâng điện từ (MSL-EML) của cơ quan vũ trụ châu Âu (ESA) sẽ được đưa lên trạm bằng phương tiện vận tải không

Vào tháng 6 tới, trạm không gian vũ trụ quốc tế (ISS) sẽ tham gia vào một nghiên cứu công nghiệp trong đó buồng thí nghiệm khoa học vật liệu và thiết bị nâng điện từ (MSL-EML) của cơ quan vũ trụ châu Âu (ESA) sẽ được đưa lên trạm bằng phương tiện vận tải không gian không người lái ATV-5 Georges Lemaitre. Đây là một phần của chương trình nghiên cứu về khả năng đúc khuôn hợp kim trong môi trường không trọng lực.

Hầu hết các kim loại đều kết tinh và tính chất của chúng phụ thuộc vào các cấu trúc micro. Cấu trúc này sẽ nở ra khi được làm lạnh. Một ví dụ là khi bạn dùng một con dao bằng thép hơi nóng đỏ và sau đó nhúng vào nước lạnh, việc được làm lạnh bất ngờ làm thay đổi cấu trúc micro tinh thể của thép, khiến nó cứng hơn và có thể giữ được độ sắc bén.

Tuy nhiên, quá trình này trên thực tế lại rất phức tạp và thậm chí còn phức tạp hơn khi kim loại nóng chảy được làm lạnh bên trong một khuôn đúc. Sự chênh lệch về nhiệt độ và độ đậm đặc, lực đối lưu gia tăng khi kim loại nóng chảy được làm lạnh và được đổ vào khuôn, và rất nhiều yếu tố khác khiến việc đúc khuôn kim loại, đặc biệt là các hợp kim lạ thường được xem là một môn nghệ thuật khoa học.

Phi hành gia Frank de Winne làm việc với buồng thí nghiệm MSL

Vi trọng lực là một trong những phương pháp giúp giảm độ phức tạp, vì vậy các nhà nghiên cứu có thể hiểu rõ hơn về quy trình. Trong trường hợp không có trọng lực, sẽ không có lực đối lưu, do đó việc đúc khuôn kim loại sẽ cần có một nhiệt độ ổn định. Hơn nữa, các mẫu kim loại trong môi trường không trọng lực có thể bay lơ lửng trong một từ trường và được nung nóng bằng các cuộn dẫn. Điều này có nghĩa sẽ không có các yếu tố phức tạp, chẳng hạn như các mẫu kim loại nóng chảy bám dính vào khuôn đúc hay bị làm bắn bởi khuôn đúc.

Bằng vi trọng lực, các nhà khoa học hy vọng sẽ hiểu rõ hơn về độ căng bề mặt, tính dẻo, phạm vi nhiệt độ nóng chảy, thành phần rắn, nhiệt dung riêng, nhiệt nóng chảy, mật độ khối lượng và độ giãn nở nhiệt của một hợp kim. Đây là các yếu tố tối quan trọng đối với mọi thứ được đúc bằng khuôn, từ cánh quạt tuabin cho đến việc phát triển các hợp kim nhẹ hơn.

Tuy nhiên, vấn đề ở đây là không có nhiều vi trọng lực trên Trái Đất. Dĩ nhiên bạn có thể có được môi trường vi trọng lực trong 20 giây trên một chiếc máy bay bay theo một quỹ đạo parabol và nhiều hơn là 6 phút trên một tên lửa vận tốc siêu âm nhưng cả 2 đều không thực tế để thực hiện một nghiên cứu luyện kim. Vì vậy, một trạm không gian như ISS nơi có tất cả vi trọng lực mà bạn cần.

Với trọng lượng khoảng 360kg, MSL-EML được chế tạo dưới sự hợp tác giữa Airbus Defence & Space cùng với ESA và DLR Space Administration. Hệ thống bao gồm một buồng tự động giúp lưu giữ các mẫu kim loại trong một hỗn hợp khí có kiểm soát và chân không. Bên cạnh thiết bị nâng điện từ và các cuộn dẫn nhiệt, hệ thống còn có một camera quan sát kỹ thuật số, một camera tốc độ cao với khả năng ghi 30.000 hình ảnh mỗi giây và một nhiệt kế.

Khi được kích hoạt, MSL-EML tự động nạp 1 trong số 18 mẫu kim loại hình cầu có kích thước từ 5 đến 8 mm với thành phần gồm nhôm, đồng và hợp kim nickel. Toàn bộ được đưa vào buồng xử lý bằng một hộp tiếp xoay. Cổ máy sử dụng trường điện từ để nâng các mẫu vật trong buồng chứa,

giữ cho chúng không tiếp xúc với các vách buồng hoặc các vật liệu khác. Sau đó, các cuộn dẫn nhiệt sẽ nung nóng chúng ở 2000 độ C, đưa vật liệu trở về dạng lỏng.

Ảnh mô phỏng hệ thống MSL-EML

Trong một môi trường được kiểm soát như vậy, các nhà khoa học sẽ có thể đo đạc nhiều yếu tố và nghiên cứu về những thay đổi của các mẫu vật khi chúng được làm lạnh và đông đặc lại. Ngoài ra, hệ thống cũng không cần đến nồi nấu kim loại và các mẫu vật cũng không bị tác động bởi trọng lực vốn có thể làm biến dạng các tinh thể hoặc gây nên các dòng đối lưu khiến kim loại không được làm mát đồng đều. Trong khi đó, các cảm biến sẽ ghi lại mọi chi tiết về quá trình.

Theo ESA, hệ thống vi trọng lực cho phép tạo ra các mẫu thử nghiệm tinh khiết hơn với ít yếu tố tác động hơn. Những phát hiện từ MSL-ELM có thể được so sánh với các mô hình máy tính và các nghiên cứu được thực hiện với các mẫu kim loại tương tự trên Trái Đất.

Thiết bị nâng điện từ EML sẽ được đưa lên trạm không gian quốc tế ISS vào tháng 6 tới bằng phương tiện vận tải không người lái Georges Lemaitre cùng với những mẫu kim loại để thử nghiệm đầu tiên. EML sẽ được cài đặt trong buồng thí nghiệm khoa học MSL đặt tại mô-đun thí nghiệm Columbus trên ISS. Hệ thống sẽ được điều khiển từ Trái Đất tại trung tâm điều khiển thuộc trung tâm vũ trụ Đức (MUSC) ở Cologne. Sau mỗi đợt thí nghiệm, một số mẫu vật sẽ được gửi về Trái Đất để phân tích thêm.

ESA cho biết thông tin do MSL-ELM mang lại có thể một ngày nào đó được sử dụng để mở rộng quy trình sản xuất tương tự như quy trình trên Trái Đất theo một quy mô công nghiệp.