

Công nghệ lọc khói, khí độc: Giải pháp kép cho mặt nạ phòng độc

Trong nhiều năm nay, nhóm nghiên cứu của GS.TS Lê Minh Thắng (Đại học Bách khoa Hà Nội) phát triển một công nghệ lọc khói, khí độc mới không chỉ loại bỏ chất độc mà còn chuyển đổi khí CO thành hợp chất không độc là CO₂.

Với những người phải làm việc trong các điều kiện môi trường đặc biệt như các thợ lò, lính cứu hỏa, mặt nạ phòng độc là một dụng cụ lao động không thể thiếu. Mặc dù hiện trên thị trường thế giới đã có nhiều loại mặt nạ phòng độc nhưng nhiều nhóm khoa học vẫn tìm cách cải tiến và tìm kiếm những thiết kế tốt hơn cho sản phẩm này. Nhóm nghiên cứu của GS.TS Lê Minh Thắng, trưởng Phòng thí nghiệm Vật liệu và Công nghệ thân thiện môi trường là một trong những nhóm như vậy.



Mặt nạ phòng độc dùng trong sản xuất, cứu hộ | Ảnh minh họa

Giải pháp mà nhóm nghiên cứu của chị hướng tới là tập trung vào xử lý khí CO. “Lượng CO trong các hầm lò, đám cháy thường lớn hơn rất nhiều mức có thể gây tử vong, nên bài toán đặt ra là phải làm sao chuyển hóa chúng thành loại khí ít độc hơn càng nhanh càng tốt”, chị cho biết.

Trong các đám cháy, người ta thường không chết vì lửa mà vì ngạt khói. Theo thống kê của tạp chí y khoa eMedicineHealth, ngạt khói chiếm 50 - 80% nguyên nhân tử vong trong các vụ hỏa hoạn. Khí độc phổ biến nhất là carbon monoxide (CO) khiến cơ thể thiếu hụt oxy, tổn thương hệ thần kinh, đẩy nạn nhân vào trạng thái hôn mê, bất tỉnh hoặc nặng hơn là tử vong. Chỉ 0,1% CO trong không khí cũng gây nguy hiểm cho tính mạng.

Dù trên thị trường đã có một số loại mặt nạ phòng độc sử dụng các vật liệu hấp phụ (chủ yếu là than hoạt tính) để “giữ lại” CO và các chất hữu cơ khác trong khói độc nhưng những công nghệ này không đề cập đến quá trình xử lý CO. Trong các nghiên cứu, người ta đã xem xét việc xử lý CO ở nhiệt độ phòng bằng các chất xúc tác. Tuy nhiên, chúng chỉ có ý nghĩa khi nguồn khí đầu vào thuần CO và không lẫn hydrocarbon, bởi những hợp chất hữu cơ này có xu hướng làm giảm hoạt tính của chất xúc tác khử CO.

Trước bài toán đó, từ năm 2016, các nhà khoa học ở Đại học Bách khoa Hà Nội đã tìm kiếm một hệ chất xúc tác tối ưu cho lọc nhằm xử lý tốt cả khí CO và hydrocarbon, đồng thời tăng độ tin cậy cho mặt nạ phòng độc.

Nhóm nghiên cứu của GS.TS Lê Minh Thắng đã tìm ra chất xúc tác gồm MnO₂-Co₃O₄-CeO₂-ZrO₂ có khả năng đáp ứng tốt những nhu cầu này. Họ phủ một lớp mỏng chất xúc tác này lên các hạt than hoạt tính và các hạt vật liệu hấp phụ mao quản đa cấp (tức các hạt dùng để tạo khung mạng lỗ xốp và diện tích bề mặt lớn để phản ứng

dễ xảy ra), đồng thời trộn trực tiếp các hạt xúc tác $MnO_2-Co_3O_4-CeO_2-ZrO_2$ hình trụ làm ra lõi lọc có khả năng xử lý CO.

“Các hạt vật liệu hấp phụ sẽ giữ lại CO trên bề mặt, trong khi các chất xúc tác sẽ thúc đẩy quá trình oxy hóa những hạt CO này ngay lập tức ở nhiệt độ thường”, chị giải thích.



Vật liệu bên trong lõi lọc CO của nhóm nghiên cứu thuộc Đại học Bách khoa Hà Nội | Ảnh: NVCC

Tỷ lệ của các hạt hấp phụ và các chất xúc tác đóng vai trò quan trọng trong hoạt động của lõi lọc. Nếu hàm lượng than hoạt tính quá ít, nó sẽ giảm khả năng hấp thụ CO nhưng nếu quá cao thì nó cũng dễ gây ra cháy lõi lọc do nhiệt độ tỏa ra từ quá trình hấp phụ và cháy các khí độc lớn.

Vật liệu mao quản đa cấp có tác dụng hấp phụ các khí lớn hơn CO mà than hoạt tính không hấp phụ tốt, do vậy luôn có mặt để thu giữ các hydrocarbon đa vòng trong khí thải khi đốt cháy. Nhưng nếu tỷ lệ này quá cao, nó sẽ làm giảm khả năng xử lý CO của lõi lọc.

Xét về góc độ tăng hoạt tính thì lượng chất xúc tác càng lớn càng được ưu tiên, nhưng quá trình tẩm hóa chất nhiều lần dễ làm ảnh hưởng xấu đến độ bền của các hạt chất hấp phụ. Hơn thế nữa, có một khung cửa sổ rất hẹp về tỉ lệ mol cho $MnO_2-CO_3O_4-CeO_2-ZrO_2$ - chỉ ở khoảng này, chất xúc tác mới xử lý CO tối ưu và không bị thiêu kết khi nhiệt độ đám cháy tăng cao đột ngột, đồng thời bền với hơi nước.

Qua nhiều lần thử nghiệm, các nhà khoa học đã tìm được công thức cân bằng và được cấp Bằng độc quyền sáng chế số **1-0020771** vào tháng 4/2019. Các chất xúc tác trong lõi lọc của mặt nạ phòng độc giúp giảm hơn 90% khí CO tại nhiệt độ phòng và 100% khí CO ở nhiệt độ 40 độ C.

Câu hỏi là công nghệ mới này có gì ưu việt so với những sản phẩm hiện có? TS. Đỗ Văn Hưng và TS. Phạm Thị Mai Phương, đồng tác giả của nghiên cứu, cho biết để so sánh với một vài mẫu mặt nạ phòng độc thông thường có xúc tác, họ dẫn hỗn hợp khí CO và benzen ở độ ẩm và nhiệt độ nhất định qua các lõi lọc khí và theo dõi khí đầu ra.

Sau 15 phút đầu tiên, cả hai loại mặt nạ đều lọc khí tốt, nhưng khi thời gian tiếp xúc với khí độc càng dài, nồng độ khí CO và benzen thoát ra ở mặt nạ đối chứng càng tăng trong khi mặt nạ phòng độc của họ vẫn loại bỏ khí tốt.

“Điều đó nghĩa là lõi lọc của chúng tôi có độ bền thực tế cao hơn, ít bị suy giảm hoạt tính bởi hơi nước, và do vậy có khả năng hữu ích hơn khi người dùng phải làm việc liên tục trong hầm mỏ hoặc bị mắc kẹt ở đám cháy quá lâu”, TS. Đỗ Văn Hưng nhận xét.

Dù chặng đường để trở thành một sản phẩm thực tế ngoài thị trường còn dài song nhóm tác giả hi vọng, với các tính năng độc đáo này, sản phẩm của họ sẽ cạnh tranh hơn bởi nguồn nguyên liệu sẵn có và rẻ tiền.

Trên thị trường, các loại lõi lọc cho mặt nạ phòng độc chủ yếu được nhập khẩu có giá từ 100.000 - 200.000 VND và phải thay định lõi định kỳ khi bão hòa. Chúng cũng không đảm bảo khả năng xử lý CO tối ưu. Trong khi đó, các nhà nghiên cứu ở Đại học Bách khoa Hà Nội nói rằng công nghệ mới của họ có thể giúp dễ dàng chuyển hóa CO thành CO₂, giảm giá thành và kéo dài thời gian sử dụng.

Nguồn: Bộ Khoa học và Công nghệ (MOST).