

VẬT LIỆU NANO VỚI ĐỘ CỨNG KỶ LỤC

Liệu có thể có vật liệu nào có độ cứng tuyệt vời như kim cương?

Các nhà nghiên cứu vừa chế tạo thành công một vật liệu phi Carbon mới có độ cứng ngang ngửa với kim cương

Liệu có thể có vật liệu nào có độ cứng tuyệt vời như kim cương?

Các nhà nghiên cứu vừa chế tạo thành công một vật liệu phi Carbon mới có độ cứng ngang ngửa với kim cương.

Natalia Dubrovinskaia (Đại học Tổng hợp Heidelberg, Đức) cùng với các đồng nghiệp ở Bayreuth (Đức), Paris và Grenoble (Pháp) đã tổng hợp thành công một loại vật liệu nanocomposite siêu cứng từ các Nitride Boron (BN) có độ cứng Vickers xung quanh 85 GPa. Tính chống đứt gãy và khả năng chống mài mòn cao đến bất ngờ của vật liệu cho thấy chúng có thể được sử dụng làm các chất mài mòn siêu hạng trong công nghiệp cũng như trong công nghiệp khai khoáng, khoan...

Được chế tạo thành công lần đầu tiên vào năm 1950, tinh thể lập phương Bo-Nitride đã được sử dụng trong rất nhiều ứng dụng kỹ thuật khác nhau tương tự như kim cương. Vật liệu này có độ ổn nhiệt lên tới 1650 K so với chỉ có 950 K của kim cương. Hơn nữa, nó được sử dụng như một vật liệu siêu mài mòn cho việc gia công các thép cứng. Tuy nhiên, B-N không thể hoàn toàn thay thế kim cương do độ cứng chỉ bằng một nửa của kim cương (50 GPa so với 100 GPa của kim cương).

Mới đây, nhóm của Dubrovinskaia (ĐH Tổng hợp Heidelberg) đã lần đầu tiên chế tạo ra B-N ổn định nhiệt động với độ cứng đạt được xấp xỉ của kim cương. Nhóm nghiên cứu thu được kết quả này bằng cách giảm kích thước hạt từ cỡ micromet xuống thang nanomet.

Ảnh một số thành viên của nhóm nghiên cứu: Leonid Dubrovinsky (BGI, University of Bayreuth), Natalia Dubrovinskaia (Mineral Physics and Structural Research, Mineralogical Institute, University of Heidelberg), và Nobuyoshi Miyajima (BGI, University of Bayreuth).

Nhóm nghiên cứu hợp tác giữa Pháp và Đức đã sử dụng máy ép 5000 tấn ở Viện Bavarian (ĐH TH Bayreuth, Đức) để tổng hợp B-N tại điều kiện áp suất và nhiệt độ cao. Một loạt các vật liệu B-N với kích thước hạt khác nhau đã được chế tạo thành công, và cấu trúc nano được quan sát trên kính hiển vi điện tử truyền qua độ phân giải cao. Nhóm cũng sử dụng các kỹ thuật khác nhau để phân tích cơ tính và cấu trúc của vật liệu trong đó có đo độ cứng Vickers. Tính tin cậy của kết quả càng cao hơn khi các phép đo đặc được tiến hành độc lập tại 2 phòng thí nghiệm ở Bayreuth và Paris.

Nhóm đã phát hiện ra rằng khi kích thước hạt của vật liệu giảm xuống tới cỡ 14 nm sẽ dẫn đến việc hình thành đồng thời 2 pha đồng đặc với cấu trúc lục giác và cấu trúc lập phương. Tính chất tổ hợp này tạo ra vật liệu có độ cứng Vickers cực đại tới 85 GPa, cao hơn 2 lần so với của đơn tinh thể B-N. Và độ cứng này giảm dần khi kích thước hạt tăng (xem hình vẽ). Đồng thời, tính chịu lực (bẻ gãy) và tính chống mài mòn cũng được xác định là cao một cách bất thường (là 15 MPa.m^{1/2} và 11). Đặc tính này tốt hơn rất nhiều so với kim cương đa tinh thể (có giới hạn đứt gãy chỉ 5,3-7,0 MPa.m^{1/2} và độ chống mài mòn chỉ 3-4).

Sự phụ thuộc của độ cứng Vickers vào kích thước hạt.

Cũng theo kết quả mà nhóm công bố, đặc tính này có tính ổn định ở nhiệt độ cao tới trên 1600 K trong không khí, có nghĩa là nó là một vật liệu siêu mài mòn hiếm có. Vật liệu có thể được sử dụng trong các ứng dụng khoan thăm dò, khai khoáng, hay gia công các thép, các gốm siêu cứng. Hơn nữa, nó có thể là một hướng mở ra việc tìm ra nhiều vật liệu có tính cứng, tính dẻo dai và tính ổn định nhiệt khác – vẫn còn là một mục tiêu lớn cho khoa học vật liệu.

Các nhà nghiên cứu nói rằng độ cứng tăng lên là do 2 yếu tố: thứ nhất là do hiệu ứng kích thước nano, có tính chất hạn chế sự lan truyền của các sai lệch mạng trong vật liệu (làm cho vật liệu bị yếu đi); và hiệu ứng cầm tù lượng tử làm tăng độ cứng riêng của các hạt tinh thể.

Các kết quả này vừa được công bố trên tạp chí Applied Physics Letters (Appl. Phys. Lett. 90 (2007)

101912).

Vạn lý Độc hành