

NGHIÊN CỨU ĐỘT PHÁ VỀ “SIÊU VẬT LIỆU” AEROGEL PET

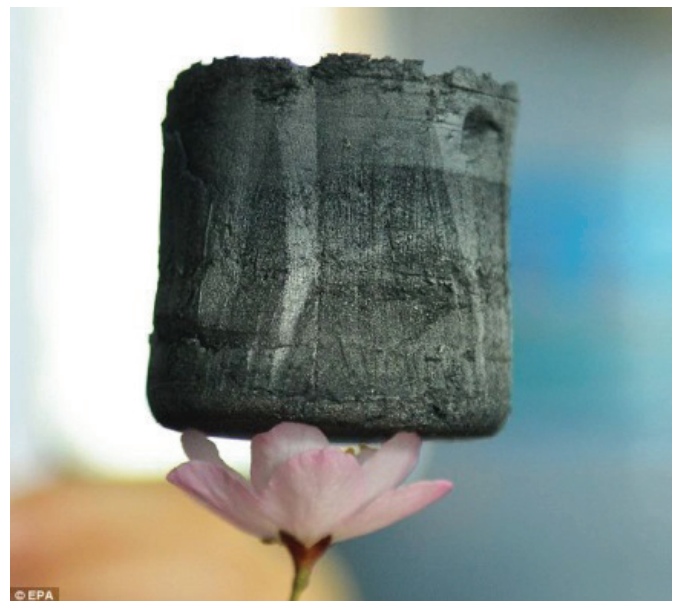
Mới đây, hai nhà khoa học gốc Việt là GS Phan Thiện Nhân và PGS Dương Minh Hải (Đại học Quốc gia Singapore - NUS) dẫn đầu nhóm nghiên cứu gồm các nhà khoa học thuộc NUS và Viện Nghiên cứu chế tạo Singapore (SIMTech) đã thành công trong việc chế tạo “siêu vật liệu” aerogel từ nhựa phế thải (aerogel PET) với chi phí và thời gian thấp hơn nhiều so với các phương pháp chế tạo aerogel hiện có. Nghiên cứu được cộng đồng khoa học thế giới đánh giá cao vì không chỉ mang lại cơ hội ứng dụng aerogel một cách rộng rãi mà còn góp phần xử lý rác thải nhựa - loại rác thải nguy hiểm đang hủy hoại Trái đất của chúng ta.

Siêu vật liệu aerogel

Một trong những cuộc cách mạng làm thay đổi căn bản cuộc sống của con người là cuộc cách mạng về vật liệu mới. Chúng ta luôn không ngừng tìm kiếm những vật liệu mới, tối ưu hơn, rẻ hơn, bền hơn... và một thành tựu đáng chú ý nhất trong cuộc cách mạng ấy là tìm ra aerogel - vật liệu rắn nhẹ nhất từ trước tới nay.

Sự ra đời của aerogel bắt nguồn từ một cuộc đánh cược của GS Samuel Kistler (1900-1975) với đồng nghiệp của mình rằng “có tồn tại một loại gel không lỏng”¹. Khi đó, không ai tin GS Samuel Kistler vì người ta luôn nghĩ rằng đặc tính lỏng vốn là đặc tính cố hữu của gel. Bằng sự kiên trì và quyết tâm của mình, sau nhiều thử nghiệm và không ít thất bại, cuối cùng Kistler đã tìm ra một loại gel ở trạng thái khí chưa từng được biết đến, thậm chí chưa một ai tưởng tượng ra nó. Ông đã trở thành người đầu tiên thay thế được trạng thái lỏng của gel thành trạng thái khí, và đặt tên cho nó là “Aerogel”. Năm 1931, ông đã công bố phát hiện của mình trên Tạp chí Nature. Có thể tưởng tượng vật liệu aerogel là một dạng vật liệu gel “biến thể”. Biến thể gel ở đây có nghĩa là thành phần lỏng của gel sẽ được thay thế bởi thành phần khí, khi đó sẽ có được aerogel. Sản phẩm aerogel có được là một chất rắn, chứa hơn 90% không khí nên rất nhẹ.

¹Một trạng thái, trong đó mạng lưới chất rắn chứa các thành phần chất lỏng kết dính với nhau.



Hình 1. Có thể đặt một khối aerogel silica trên những cánh hoa mà không ảnh hưởng gì.

Nhờ tiến bộ kỹ thuật, aerogel được các nhà khoa học chế biến để có những đặc tính theo yêu cầu sử dụng đa dạng trong công nghiệp. Tùy loại vật liệu “gốc” được sử dụng trong chế tạo, aerogel có những tính chất ưu việt rất khác nhau. Ví dụ như aerogel silica (dạng được tìm thấy sớm nhất và phổ biến nhất của gel khí, còn được gọi là “khói đóng băng”), chứa đến hơn 90% không khí, nhẹ hơn thủy tinh đến 1.000 lần và được xem là chất rắn nhẹ nhất.

Aerogel silica giữ kỷ lục về vật liệu có tính cách nhiệt tốt nhất và là chất rắn có mật độ thấp nhất, 1 mg/cm^3 (trong khi mật độ của không khí là $1,2 \text{ mg/cm}^3$). Tính cách nhiệt của 2,54 cm aerogel tương đương với một chồng gồm 30 tấm kính cửa sổ được nén lại. Aerogel carbon có độ xốp và diện tích bề mặt rất lớn ($400\text{-}1.000 \text{ m}^2/\text{g}$), chỉ vài cm^3 vật liệu có thể trải rộng trên mặt nước với diện tích gần bằng một sân bóng. Ngoài ra aerogel carbon còn rất đặc biệt ở chỗ, khả năng dẫn điện của nó có thể thay đổi tùy theo mật độ: khi giảm mật độ, cho khả năng dẫn điện kém và ngược lại... Với những khả năng phi thường đó, aerogel xứng đáng với tên gọi “vật liệu tốt nhất hành tinh”.



Hình 2. Mặc dù rất nhẹ nhưng một vật làm bằng aerogel có khả năng “công” một vật khác có trọng lượng gấp 500 đến 4.000 lần trọng lượng của nó.

Hiện nay, công nghệ chế tạo aerogel được phát triển, nhiều vật liệu được bổ sung trong quá trình chế tạo để tạo ra aerogel có nhiều tính năng mới. Song nhìn chung, tính phổ biến của loại vật liệu này còn bị cản trở bởi việc sản xuất aerogel rất tốn kém và yêu cầu những thiết bị tối tân.

Thành công của hai nhà khoa học gốc Việt

Những tháng cuối năm 2018, nhiều trang tin công nghệ trên thế giới đồng loạt đưa tin về việc nhóm

nghiên cứu thuộc NUS và SIMTech dẫn đầu bởi 2 nhà khoa học gốc Việt GS Phan Thiện Nhân và PGS Dương Minh Hải đã thành công trong việc chế tạo “siêu vật liệu” aerogel PET. Nghiên cứu được cộng đồng khoa học thế giới đánh giá cao vì không chỉ mang lại cơ hội ứng dụng aerogel một cách rộng rãi mà còn góp phần xử lý rác thải nhựa - loại rác thải nguy hiểm đang hủy hoại Trái đất của chúng ta. Mỗi năm, mức tiêu thụ chai nhựa trên toàn cầu tăng lên đều đặn và dự kiến sẽ vượt quá nửa nghìn tỷ tấn/năm vào năm 2021.



Hình 3. GS Phan Thiện Nhân và PGS Dương Minh Hải tại phòng nghiên cứu.

“Chai nhựa là một trong những loại chất thải phổ biến nhất và có ảnh hưởng bất lợi đến môi trường. Nhóm chúng tôi đã phát triển một phương pháp đơn giản, hiệu quả và xanh để chuyển chai nhựa thải thành aerogel PET cho nhiều mục đích sử dụng thú vị. Một chai nhựa có thể được tái chế để sản xuất thành một tấm aerogel PET cỡ A4. Công nghệ chế tạo cũng có thể dễ dàng mở rộng để sản xuất hàng loạt. Bằng cách này, chúng tôi có thể giúp giảm bớt các thiệt hại về môi trường do chất thải nhựa gây ra” - PGS Dương Minh Hải cho biết.

Nhóm nghiên cứu đã mất hai năm (từ 8/2016 đến 8/2018) để phát triển công nghệ chế tạo aerogel PET. Công trình này đã được công bố trên tạp chí khoa học Colloids and Surfaces A vào 8/2018. Aerogel PET do nhóm nghiên cứu phát triển có nhiều ưu điểm nổi bật như mềm, dẻo, bền, cực nhẹ và dễ xử lý. Nếu như giá bán của aerogel silica (loại phổ biến nhất trên thị trường) là 40 SGD (tương đương 30 USD) cho một tấm cỡ A4 thì giá sản xuất của tấm aerogel PET cùng kích cỡ chỉ là 0,5 USD. Nhóm nghiên cứu cũng đã rút ngắn quy trình sản xuất thông thường từ 7 ngày xuống còn 8-10 giờ.



Hình 4. Sản phẩm aerogel PET của nhóm nghiên cứu.

“Các aerogel PET của chúng tôi rất linh hoạt. Với các phương pháp xử lý bề mặt khác nhau, chúng tôi có thể tùy chỉnh để phát triển các aerogel PET cho những ứng dụng khác nhau. Ví dụ, khi được kết hợp với các nhóm methyl, các aerogel PET có thể hấp thụ rất nhanh một lượng lớn dầu, hiệu quả gấp 7 lần so với các chất hấp thụ thương mại hiện có và rất phù hợp để làm sạch dầu tràn” - Giáo sư Phan Thiện Nhân khẳng định. Dưới đây là 2 trong số nhiều ứng dụng nổi bật của aerogel PET do nhóm nghiên cứu đưa ra:

- Áo khoác cứu hỏa nhẹ và an toàn: áo khoác cứu hỏa hiện có rất cồng kềnh và thường phải sử dụng với nhiều thiết bị thở và an toàn khác. Sự nặng nề của nó có thể gây thiệt hại cho lính cứu hỏa, đặc biệt là trong các vụ cháy lớn. Nếu được phủ aerogel PET, chiếc áo khoác có thể chịu được nhiệt độ lên tới 620°C - cao gấp 7 lần so với lớp lót nhiệt được sử dụng trong áo khoác lính cứu hỏa thông thường. Nhưng đáng quý hơn là trọng lượng chiếc áo sẽ được giảm tới 90%. Sự mềm mại, nhẹ và linh hoạt của aerogel PET sẽ giúp những người lính cứu hỏa di chuyển dễ dàng hơn.

- Mặt nạ 2 trong 1 giúp hấp thụ carbon dioxide và các hạt bụi có hại: khi được phủ một nhóm amin, aerogel PET có thể nhanh chóng hấp thụ carbon dioxide từ môi trường. Khả năng hấp thụ của nó tương đương với các vật liệu được sử dụng trong mặt nạ khí vốn rất tốn kém và cồng kềnh. Để minh họa cho ứng dụng này, nhóm nghiên cứu đã nhúng một lớp mỏng aerogel PET vào mặt nạ thương mại để tạo ra chiếc mặt nạ có thể hấp thụ cả bụi và carbon dioxide một cách hiệu quả. GS Nhân cho biết: “Ở các quốc gia đô thị hóa cao như Singapore, mặt nạ

hấp thụ carbon dioxide và áo khoác chịu nhiệt được chế tạo bằng aerogel PET có thể được đặt bên cạnh các bình chữa cháy trong các tòa nhà cao tầng để nâng cao sự an toàn cho người dân khi họ thoát khỏi đám cháy”. “Mặt nạ được lót bằng aerogel PET được gia cố bằng amin cũng có thể mang lại lợi ích cho những nơi bị ô nhiễm không khí và khí thải carbon. Những chiếc mặt nạ như vậy có thể được sản xuất dễ dàng và cũng có thể được tái sử dụng” - PGS Minh khẳng định. Các nhà nghiên cứu cũng đang xem xét việc điều chỉnh bề mặt để aerogel PET có thể hấp thụ các loại khí độc như carbon monoxide, thành phần nguy hiểm nhất của khói.

Trong các nghiên cứu trước đây, nhóm nghiên cứu đã chuyển đổi thành công giấy thải và vải vụn thành cellulose và bông aerogel tương ứng. Cùng với thành công mới về aerogel PET, nhóm nghiên cứu đã được trao Giải nhất trong hạng mục Công nghệ bền vững của Cuộc thi Thiết kế tương lai 2018 do Tech Brief tổ chức. Nhóm nghiên cứu cho biết đã đăng ký sáng chế cho công nghệ aerogel PET và sẽ tiếp tục nâng cao hiệu suất của aerogel PET cũng như khám phá các ứng dụng mới của nó. PGS Dương Minh Hải khẳng định, trong tương lai họ sẽ cố gắng làm điều tương tự với các chất thải khác như lốp xe cũ, bã cà phê, bột đậu nành và thậm chí là cả chất thải kim loại. Hiện đã có khoảng 20 công ty trên thế giới quan tâm và muốn hợp tác với nhóm nghiên cứu ✍

Duy Tập (tổng hợp)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. <https://www.theengineer.co.uk/singapore-pet-aerogels/>.
2. <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/11/181102095455.htm>.
3. <http://www.cesti.vn/images/cesti/files/STINFO/N%C4%83m%202011/S%E1%BB%91%203%20-%202011/Aerogel.pdf>.
4. <http://genk.vn/kham-pha/kham-pha-aerogel-loai-vat-lieu-ran-nhe-nhat-tren-the-gioi>.