

SẢN XUẤT VẬT LIỆU CARBON NANOTUBE TỪ CÁC MỎ KHÍ GIÀU CO₂ CỦA VIỆT NAM

Nguyễn Hữu Lương
Viện Dầu khí Việt Nam

Viện Dầu khí Việt Nam (VPI) đã sử dụng công nghệ lắng đọng hơi hóa học (CVD) với xúc tác dạng đế bản mỏng, tổng hợp thành công vật liệu carbon nanotube (CNT) từ nguồn nguyên liệu khí thiên nhiên có hàm lượng CO₂ cao. Sản phẩm CNT thu được có ưu thế nổi trội về độ cứng, độ bền, truyền nhiệt và điện, có hiệu suất cao với hàm lượng CNT đạt gần 100%. Đây là hướng đi mới để Việt Nam có thể khai thác và sử dụng hiệu quả nguồn khí trong nước giàu CO₂, đặc biệt là từ các mỏ Cá Voi Xanh và Lô B.

CNT: Vật liệu của thế kỷ XXI

Theo các nghiên cứu công bố trước năm 1985, carbon chỉ tồn tại ở 3 dạng gồm: than củi, than chì (graphite) và kim cương. Đến năm 1991, GS Sumio Iijima (Nhật Bản) đã công bố phát hiện vật liệu carbon có dạng ống với kích thước nanomet, còn được gọi là ống nanocarbon (CNT). Nhờ tính chất nổi trội hơn so với các loại vật liệu khác về độ cứng, độ bền, truyền nhiệt và điện, CNT được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực năng

lượng, điện tử, hàng không, vũ trụ, môi trường, dầu khí, y học, xây dựng, nông nghiệp...

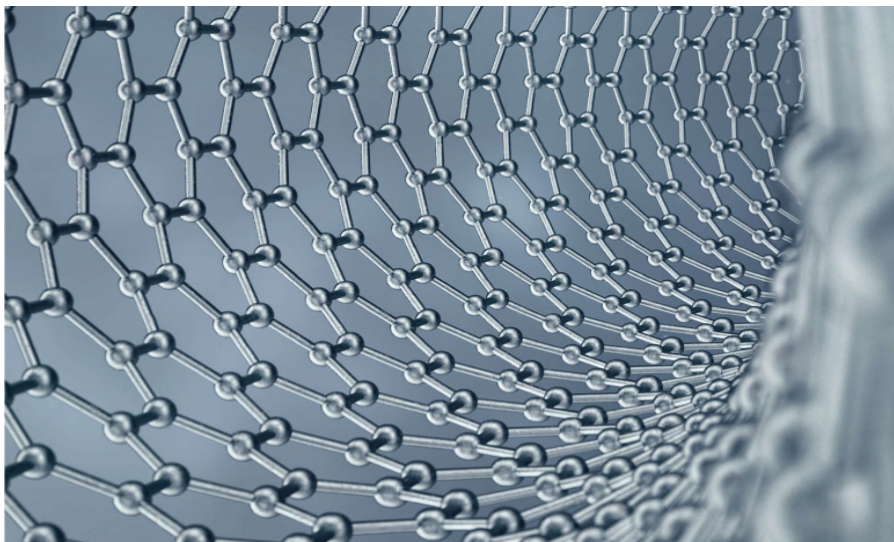
Có nhiều phương pháp sản xuất CNT, trong đó có thể kể đến phương pháp phóng điện hồ quang (arc-discharge), hóa hơi nguyên liệu bằng laser (laser ablation) và lắng đọng hóa học pha hơi (chemical vapor deposition - CVD). CNT có 2 dạng: CNT đơn tường (SWCNT) và CNT đa tường (MWCNT), trong đó CNT đơn tường và ít tường (2 - 4 lớp)

do có tính chất nổi trội hơn CNT đa tường (từ 5 lớp trở lên) nên được ứng dụng trong các lĩnh vực công nghệ cao như: điện tử, hàng không, vũ trụ... CNT đa tường được sử dụng làm phụ gia chống mài mòn cho dầu mỡ bôi trơn, sản xuất sơn phủ vật liệu chống ăn mòn, tạo lớp vỏ bọc cho phân bón tan chậm có kiểm soát...

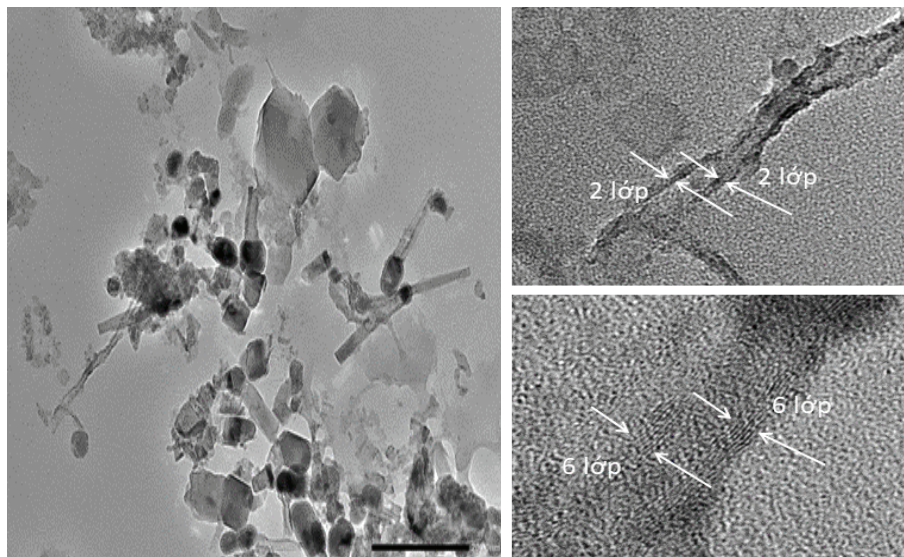
Tại Việt Nam, việc sản xuất CNT mới dừng ở quy mô nhỏ hoặc phòng thí nghiệm. Hiện tại, công nghệ sản xuất CNT theo phương pháp CVD thường sử dụng xúc tác dạng bột, công nghệ sử dụng xúc tác dạng đế mang hoặc bản mỏng chủ yếu dùng cho nguyên liệu là C₂H₂ và C₂H₄.

Tiềm năng sản xuất CNT từ khí thiên nhiên

Từ năm 2019, Viện Dầu khí Việt Nam đã triển khai nghiên cứu phát triển công nghệ sản xuất vật liệu CNT từ nguồn khí thiên nhiên trong nước có hàm lượng CO₂ cao. Viện Dầu khí Việt Nam đã tổng hợp thành công vật liệu CNT đa tường trên xúc tác kim loại dạng đế mang và bản mỏng ở điều kiện tối ưu: nhiệt độ hoạt hóa xúc tác



Nanocarbon có triển vọng ứng dụng trong nhiều ngành công nghiệp mũi nhọn.



Ảnh kính hiển vi điện tử truyền qua độ phân giải cao của CNT được VPI tổng hợp.

850°C; thời gian hoạt hóa xúc tác 10 phút; nhiệt độ phản ứng 850°C; thời gian phản ứng trong 60 phút; tỷ lệ khí nguyên liệu phù hợp: $CH_4/CO_2 \geq 2$. Tỷ lệ $CH_4/CO_2=3$ cho kết quả tối ưu khi CNT hình thành đồng đều và có mật độ cao nhất. Sản phẩm CNT thu được thuộc loại đa tường (2-6 lớp) và có độ tinh khiết cao (hàm lượng CNT đạt ~100%) [1].

Việt Nam đã phát hiện các mỏ khí có trữ lượng lớn, trong đó có mỏ Cá Voi Xanh với trữ lượng ước tính trên 150 tỷ m^3 . Hàm lượng CH_4 và CO_2 của mỏ khí Cá Voi Xanh lần lượt chiếm khoảng 60 và 30%. Nhiều mỏ khí khác cũng có tỷ lệ CO_2 cao như: Lô B (~21%), Kèn Bầu (~7%), ngoài ra còn có một số mỏ khí nhỏ, cận biên khác có tỷ lệ CO_2 dao động từ 10-50%.

Thành phần của hỗn hợp khí nguyên liệu CH_4/CO_2 ảnh hưởng lớn đến sự hình thành CNT, cụ thể là không có sự hình thành CNT khi tỷ lệ $CH_4/CO_2 \leq 1$ (hàm lượng CO_2 trong hỗn hợp khí nguyên liệu $\geq 50\%$) và CNT được hình thành khi tỷ lệ $CH_4/CO_2 \geq 2$. Đặc biệt,

CNT hình thành đều hơn khi tỷ lệ $CH_4/CO_2=3$. Như vậy, có thể thấy, khí khai thác từ các mỏ Cá Voi Xanh và Lô B rất thuận lợi để tổng hợp CNT.

Kết quả tính toán cho thấy, chi phí sản xuất CNT từ các nguồn khí trong nước có hàm lượng CO_2 cao là khoảng 0,5 USD/g, trong khi giá bán vật liệu này tại thị trường Việt Nam dao động từ 5-7 USD/g. Hiện nay, mức giá chấp nhận được khi sử dụng CNT trong các lĩnh vực sản xuất truyền thống (như dầu bôi trơn, sơn phủ, nhựa đường, phân bón...) là khoảng 4,5-21 USD/g.

Theo dự báo của Research and Markets [2], thị trường CNT sẽ tăng từ 876 triệu USD (năm 2021) lên 1,714 tỷ USD (năm 2026) với tỷ lệ tăng trưởng kép hàng năm là 14,4%, trong đó châu Á sẽ là thị trường phát triển nhanh nhất. Mặc dù năng lực sản xuất và nhu cầu tiêu thụ vật liệu nanocarbon ở Việt Nam hiện nay còn thấp, song dự báo nhu cầu này sẽ phát triển mạnh trong thời gian tới. Trong bối cảnh đầu tư nước ngoài vào Việt Nam tăng mạnh ở các lĩnh vực có

mức độ tiêu thụ nanocarbon lớn (như sản xuất điện tử, năng lượng và sơn phủ), tiềm năng thị trường CNT tại Việt Nam đến năm 2030 ước đạt gần 3.700 tấn/năm với nhu cầu sử dụng khí 13,5 triệu m^3 /năm.

Để đón đầu các cơ hội trong tương lai, Việt Nam cần khai thác và sử dụng hiệu quả các nguồn khí thiên nhiên giàu CO_2 , trong đó, nghiên cứu sản xuất vật liệu CNT có chất lượng cao là một trong những hướng đi đầy triển vọng. Bên cạnh đó, các đơn vị tham gia vào chuỗi giá trị sản xuất và ứng dụng vật liệu CNT có thể tăng cường liên kết để phát triển ứng dụng vật liệu này trên nhiều sản phẩm (xi măng, phân bón vô cơ, vật liệu composite...), nhằm đẩy mạnh thị trường vật liệu nanocarbon tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Hữu Lương, Huỳnh Minh Thuận, Nguyễn Mạnh Huấn, Đỗ Phạm Noa Uy, Nguyễn Thị Châu Giang, và Đặng Ngọc Lương (2022), "Tiềm năng phát triển vật liệu carbon nanotube từ nguồn khí thiên nhiên giàu CO_2 của Việt Nam", *Tạp chí Dầu khí*, **9**, tr.31-40, DOI: 10.47800/PVJ.2022.09-05.

[2] Research and Markets (2021), "Carbon nanotubes (CNT) market by type (single walled & multi walled), end-use industry (electronics & semiconductors, chemical materials & polymers, structural composites, energy & storage, medical), method, and region - global forecast to 2026", <https://www.researchandmarkets.com/reports/5328286/global-carbon-nanotubes-cnt-market-by-type>, accessed 26 May 2021.