

# PIN SẠC BÊ TÔNG: Biến công trình xây dựng thành thiết bị lưu trữ năng lượng khổng lồ

Trần Duy Tập, Lâm Hoàng Hào

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

Hãy tưởng tượng cả một tòa nhà bê tông cao hàng chục tầng có thể tích trữ năng lượng giống như một cục pin khổng lồ. Nhờ nghiên cứu độc đáo của các nhà khoa học thuộc Đại học Công nghệ Chalmers (Thụy Điển), sự tưởng tượng này đang dần trở thành hiện thực. Với mật độ năng lượng lớn và khả năng sạc lại, loại vật liệu bê tông mới này được xem là đáp ứng được tiêu chuẩn của vật liệu xây dựng thông minh, hướng đến thành phố thông minh trong tương lai.

## Bê tông có thể lưu trữ năng lượng

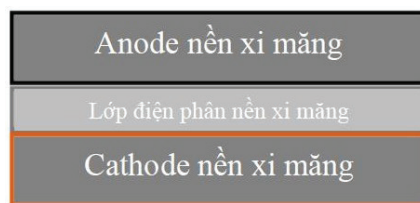
Trong những năm gần đây, nhiều loại vật liệu xây dựng tiên tiến đang được phát triển để cung cấp các ứng dụng thông minh đa chức năng như tự cấp nguồn điện [1] và tự cảm biến [2, 3]. Cụ thể hơn, vật liệu xây dựng trong tương lai được mong muốn có thể đảm nhận các chức năng bổ sung như là nguồn năng lượng, có khả năng thu thập và lưu trữ năng lượng bên ngoài như năng lượng mặt trời và năng lượng gió. Khái niệm sử dụng các công trình và tòa nhà làm nguồn năng lượng và/hoặc lưu trữ năng lượng có thể là một cuộc cách mạng, bởi vì chúng cung cấp một giải pháp kép: vừa tham gia giải quyết sự khủng hoảng năng lượng bằng cách cung cấp một lượng lớn năng lượng sạch được tích hợp trong chính nó, vừa đảm bảo chức năng của một công trình xây dựng thuần túy.

Tuy đã có các nghiên cứu để phát triển pin bê tông, nhưng hiệu suất của pin vẫn rất thấp. Chẳng hạn như Burstein và Speckert [4] đã phát triển một loại pin nhôm

kiềm/nước, sử dụng quá trình khử nước thành hydro trên thép (phản ứng ở cathode). Loại pin này chỉ có thể sản xuất mật độ dòng điện và điện áp rất thấp (~0,6 V). Ouellette và Todd [5] cũng đã phát triển một pin trên nền vật liệu xi măng thu năng lượng từ nước biển với các điện cực Mg và C nhưng chỉ phát nguồn điện thấp ứng dụng trong quản lý hạ tầng hàng hải. Hơn nữa, chưa có bất kỳ nghiên cứu nào về ứng dụng pin bê tông có thể sạc lại. Chính vì vậy, sản phẩm mới được giới thiệu gần đây của các nhà nghiên cứu thuộc Đại học Công nghệ Chalmers (Thụy Điển) - CUT được xem là một bước đột phá. Đây là một loại pin trên nền vật liệu xi măng có thể sử dụng

trong xây dựng để lưu trữ năng lượng thu được từ nguồn năng lượng bên ngoài [6]. Nghiên cứu này được bắt nguồn từ mục đích giảm lượng khí thải carbon của quy trình sản xuất bê tông truyền thống để chế tạo bê tông thành phương tiện lưu trữ năng lượng.

Các nhà nghiên cứu của CUT đã tạo ra một hỗn hợp nền xi măng có bổ sung một lượng nhỏ các sợi carbon ngắn để tăng độ dẫn điện và độ bền uốn của vật liệu [6]. Bên cạnh đó, hỗn hợp cũng được kết hợp một lưới sợi carbon phủ kim loại, sử dụng sắt cho cực dương và niken cho cực âm với hai dạng cấu trúc pin sạc (cấu trúc phân lớp và cấu trúc nhúng) trên nền vật liệu xi măng chính (hình 1).



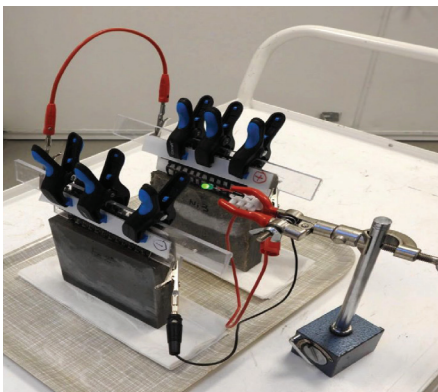
(A) Cấu trúc phân lớp



(B) Cấu trúc nhúng

Hình 1. Hai dạng cấu trúc của pin bê tông [6].

Các mẫu pin sạc tạo ra từ hỗn hợp xi măng này có hiệu suất được cải thiện hơn rất nhiều, với mật độ năng lượng trung bình khoảng  $7 \text{ Wh/m}^2$  (hoặc  $0,8 \text{ Wh/l}$ ), tức là gấp 10 lần so với các loại pin bê tông đã được chế tạo trước đây và là loại đầu tiên trên thế giới có thể sạc lại. Tuy nhiên, điều đó không có nghĩa là nó đã sẵn sàng để thương mại hóa vì hiệu suất hiện tại vẫn thấp hơn nhiều so với pin sạc thông thường. Mặc dù vậy, theo nhóm nghiên cứu, do khối lượng lớn của kết cấu bê tông các tòa nhà, khả năng lưu trữ năng lượng có thể đạt ở mức cao, ngay cả khi năng lượng trên một đơn vị thể tích không cao.



Hình 2. Một nguyên mẫu của pin bê tông do các nhà nghiên cứu thuộc CUT phát triển.

### Những vấn đề cần cải tiến

Theo các nhà khoa học của CUT, một số vấn đề cần phải được tiếp tục nghiên cứu, ví dụ như trên thực tế là các tòa nhà bê tông có tuổi thọ rất dài, không tương thích với tuổi thọ của pin. Các công trình bê tông thường được xây dựng với tuổi thọ 50, thậm chí 100 năm nên pin sẽ cần được điều chỉnh để phù hợp với khoảng thời gian này, hoặc có thể dễ dàng thay đổi và tái chế khi hết tuổi thọ. Hiện tại, đây vẫn là thách thức lớn về mặt kỹ thuật. Mặc dù có những hạn chế, nhóm nghiên cứu đã hình dung ra cách vượt qua được khó khăn. Cụ thể, công nghệ này có thể được sử dụng để biến các tòa nhà cao tầng về cơ bản trở thành cơ sở lưu trữ năng lượng khổng lồ (hình 3). Để thuận tiện cho việc ứng dụng công nghệ mới này, mặt tiền bê tông có thể được thiết kế lộ ra phía ngoài. Đó cũng có thể là thời điểm thích hợp để phong cách kiến trúc thô ráp, mạnh mẽ (brutalist architecture) trở lại sau thời gian dài vắng bóng.

Bên cạnh đó, công nghệ mới này còn có tiềm năng làm nền tảng cho sự ra đời của hàng loạt giải pháp năng lượng khác. Ví dụ

như khi được kết hợp với các tấm pin mặt trời sẽ có khả năng biến cửa sổ của các tòa nhà lớn thành máy phát năng lượng liên tục, và chuyển đổi toàn bộ các tòa nhà trong thành phố thành những nhà máy sản xuất năng lượng khổng lồ. Như vậy, ứng dụng vật liệu pin sạc bê tông mới này có thể đóng góp một danh sách dài các công nghệ mới đầy hứa hẹn. Một ngày nào đó trong tương lai, chúng có thể vừa cung cấp năng lượng cho các thành phố thông minh, vừa đáp ứng các nhu cầu bảo vệ môi trường cấp thiết.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] X. Xi, D.D.L. Chung (2020), "Deviceless cement-based structures as energy sources that enable structural self-powering", *Applied Energy*, **280**, p.115916.

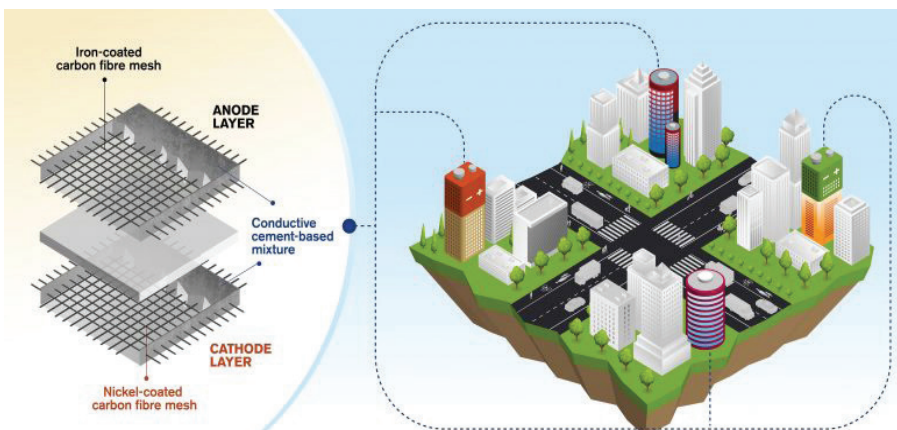
[2] F. Azhari, N. Banthia (2012), "Cement-based sensors with carbon fibers and carbon nanotubes for piezoresistive sensing", *Cement and Concrete Composites*, **34**, pp.866-873.

[3] B. Han, S. Ding, X. Yu (2015), "Intrinsic self-sensing concrete and structures: a review", *Journal of the International Measurement Confederation*, **59**, p.110-128.

[4] G.T. Burstein, E.I. Speckert (2008), "Developing a battery using concrete as an electrolyte", *ECS Transactions*, **3**, pp.3-13.

[5] S.A. Ouellette, M.D. Todd (2013), "Cement seawater battery energy harvester for marine infrastructure monitoring", *IEEE Sensors Journal*, **14**, pp.865-872.

[6] E.Q. Zhang, L. Tang (2021), "Rechargeable concrete battery", *Buildings*, **11**, pp.103-117.



Hình 3. Mô hình thành phố thông minh trong đó các tòa nhà được xây dựng bằng vật liệu pin sạc bê tông.