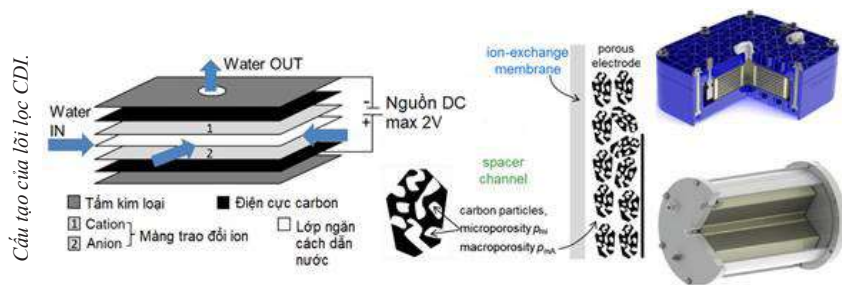


# Công nghệ xử lý nước hiện đại bảo vệ sức khỏe

» PGS. TS. Lưu Thế Anh  
» TS. Hoàng Trung Kiên

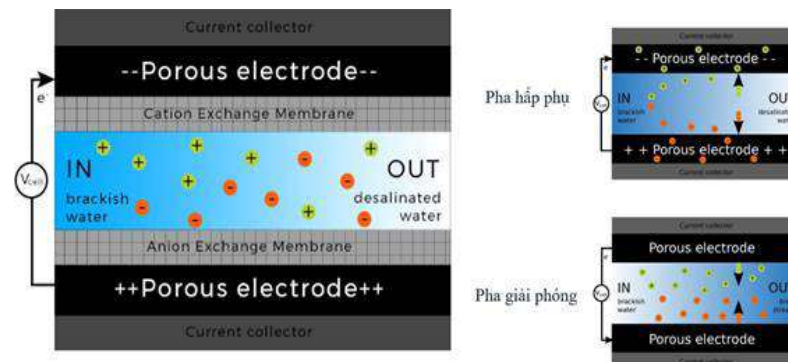


Thế giới đang đứng trước căng thẳng về an ninh nguồn nước và xung đột nguồn nước. Cuộc khủng hoảng về nước trên phạm vi toàn cầu ngày càng nghiêm trọng, đây nhiều quốc gia đứng trước cơn “khát” do thiếu nước ngọt. Nguồn nước sạch hiện vẫn là giấc mơ của hàng triệu người ở những vùng khô hạn và bán khô hạn trên thế giới, như ở Châu Phi, Trung Cận Đông, Nam Á,... Tại Hội nghị Liên Hợp quốc về Môi trường và Phát triển năm 1992 ở Rio (Brazil), Đại hội đồng Liên Hợp quốc đã lấy ngày 22 tháng 3 là Ngày

Nước Thế Giới và được tổ chức hằng năm, nhằm truyền tải thông điệp về ý nghĩa của nước và kêu gọi cộng đồng quốc tế cùng hành động nhằm sử dụng nước tiết kiệm, tránh lãng phí, không gây ô nhiễm nguồn nước ngọt và tập trung giải quyết các vấn đề nóng liên quan đến tài nguyên nước mang tính toàn cầu. Cùng với sự gia tăng dân số và tốc độ phát triển, nhu cầu nước ngọt trên thế giới ngày một tăng cao; trong khi nguồn nước quý giá lại ngày càng trở nên khan hiếm do suy giảm về số lượng (trữ lượng) và suy thoái về chất lượng, gây ra

tình trạng thiếu hụt nước trầm trọng cho sản xuất và sinh hoạt trên phạm vi toàn cầu. Theo báo cáo mới của WHO và UNIEF, đến năm 2020, trên thế giới, cứ 4 người thì có 1 người thiếu nước uống an toàn trong nhà và dự báo đến năm 2030 chỉ 81% dân số thế giới được sử dụng nước uống an toàn tại nhà, còn 1,6 tỷ người không có nước uống; chỉ 67% dân số thế giới có dịch vụ vệ sinh an toàn, còn 2,8 tỷ người sẽ không có; chỉ 78% dân số thế giới sẽ có các thiết bị rửa tay cơ bản, còn lại 1,9 tỷ không có. Những tiến bộ nhằm đạt được khả năng tiếp

Nguyên lý hoạt động của tế bào CDI.



cận phổ cập nước sạch, vệ sinh môi trường và vệ sinh cá nhân là chưa đủ. Để đạt được khả năng tiếp cận phổ cập nước uống an toàn vào năm 2030, tốc độ tiến bộ hiện tại ở các nước kém phát triển cần phải tăng gấp 10 lần. Ở những nơi có nguy cơ thiếu nước uống an toàn cao gấp đôi, nỗ lực này cần phải tăng tốc lên 23 lần. Đặc biệt, hiện nay đòi hỏi các quốc gia cần xây dựng kế hoạch phục hồi sau COVID-19 để đầu tư vào các mục tiêu phát triển bền vững, trong đó cần ưu tiên giải quyết vấn đề an ninh nguồn nước, tình trạng bất bình đẳng trong tiếp cận nước và vệ sinh môi trường. Tại Việt Nam, hiện mỗi năm có khoảng 9,000 người tử vong do nguồn nước và vệ sinh kém, gần 250,000 người nhập viện vì bị tiêu chảy cấp bởi nguồn nước sinh hoạt bị ô nhiễm, khoảng 200,000 người mắc bệnh ung thư mỗi năm mà một trong những nguyên nhân chính là do ô nhiễm nguồn

nước; vẫn có đến 30% dân số chưa nhận thức được tầm quan trọng của sử dụng nước an toàn. Một nghiên cứu của WHO về tình trạng suy dinh dưỡng ở trẻ em Việt Nam, đã đưa ra cảnh báo, hiện có khoảng 44% trẻ em bị nhiễm giun và 27% trẻ em dưới 5 tuổi bị suy dinh dưỡng mà nguyên nhân chính là do thiếu nước sạch và kém về vệ sinh. Bên cạnh đó, có khoảng 21% dân số đang sử dụng nguồn nước bị nhiễm asen. Tổ chức WHO xếp Việt Nam vào số những nước có tình trạng an ninh nguồn nước đáng báo động, nhất là ở khu vực nông thôn. Trong ngành công nghiệp xử lý nước, đã có nhiều công nghệ được phát triển và đưa vào sử dụng để xử lý nước nhằm đáp ứng nhu cầu cho sản xuất và sinh hoạt, từ các công nghệ đơn giản như lọc thô, lọc tinh, bão hòa, khử trùng,... đến các công nghệ hiện đại như thẩm thấu ngược (RO), thẩm tách điện, chưng cất,... Hiện nay, công nghệ siêu hấp thụ bằng

khử ion điện dung (Capacitive Deionization - CDI) được đánh giá là công nghệ mới nổi trên thế giới để thay thế hiệu quả các công nghệ xử lý nước nói trên. Với những tính năng vượt trội, như siêu hấp thụ các chất ô nhiễm ở dạng hòa tan trong nước, khử và giữ lại chất khoáng tự nhiên, tỷ lệ thu hồi nước cao, tiết kiệm năng lượng và chi phí, thân thiện với môi trường và hiệu suất tái tạo ion cao, công nghệ CDI hứa hẹn tiềm năng lớn và triển vọng ứng dụng rộng rãi tại thị trường Việt Nam. Đặc biệt, trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nước biển dâng diễn biến phức tạp và tác động ngày một nghiêm trọng; tình trạng xâm nhập mặn và ô nhiễm nguồn nước ngày một trầm trọng hơn. Một lõi lọc nước bằng công nghệ CDI được cấu tạo bằng hàng tỷ điện cực (được gọi là tế bào CDI) cách nhau một khoảng cách nhỏ chỉ vài milimét, vật liệu carbon xốp được sử dụng làm các điện

cực; điện áp một chiều thấp (khoảng 1,2-2,0 V) được đặt vào các điện cực này và nước được bơm chảy qua các tế bào CDI. Các tế bào CDI hoạt động trên nguyên lý là các điện cực tích điện sẽ tách các ion trái dấu có trong nước và hấp phụ trên bề mặt. Việc sử dụng lâu dài các tế bào CDI để loại bỏ các ion tích điện (được gọi là pha hấp phụ) thường dẫn đến độ bão hòa của các điện cực, làm cho hiệu suất loại bỏ chất bẩn giảm đi và đạt thấp. Các điện cực bão hòa là kết quả

trở nên tích điện trái dấu trong giai đoạn giải hấp phụ) trong quá trình giải hấp phụ. Do đó, đã cải thiện khả năng hấp phụ của điện cực sau khi giải hấp phụ. Vì vậy, mức tiêu thụ năng lượng tổng thể trong các tế bào MCDI đã giảm xuống với khả năng phục hồi năng lượng trong giai đoạn giải hấp phụ. Một trong những công nghệ MCDI cải tiến là các điện cực được phủ bằng các polyme trao đổi ion, giúp cải thiện độ bám dính, tiếp xúc giữa các điện cực và màng trao đổi ion,

dẫn đến điện trở tiếp xúc thấp hơn và điện trở suất thấp hơn. Do đó, tiêu thụ năng lượng đã giảm so với hoạt động MCDI thông thường. Hiện một số nước đang tập trung đầu tư phát triển công nghệ CDI ứng dụng trong xử lý nước đã ô nhiễm, nước nhiễm phen và nhiễm mặn. Trong cơ sở dữ liệu sáng chế quốc tế, đến tháng 10/2019, có khoảng 608 sáng chế về nghiên cứu phát triển và ứng dụng công nghệ CDI trong xử lý nước được công bố, tập

trung nhiều tại Hàn Quốc, Mỹ, Trung Quốc, Canada, Nhật và Australia. Sáng chế đầu tiên được công bố tại Mỹ vào năm 1995 về phương pháp và thiết bị khử ion hấp phụ tĩnh điện, tinh lọc bằng điện hóa và tái tạo điện cực. Trong đó, 10 tập đoàn dẫn đầu sở hữu sáng chế về công nghệ CDI gồm: Samsung Electronics Co Ltd (56); Coway Co Ltd (32); Unilever NV (30); Enpar Technologies Inc (21); Unilever Plc (20); Sion Tech Co Ltd (18); Pentair Residential Filtration (15); Doosan Heavy Ind (15); Univ Hohai (15); Univ California (14). Trên thế giới, hiện công nghệ CDI được ứng dụng xử lý nước trong các lĩnh vực:

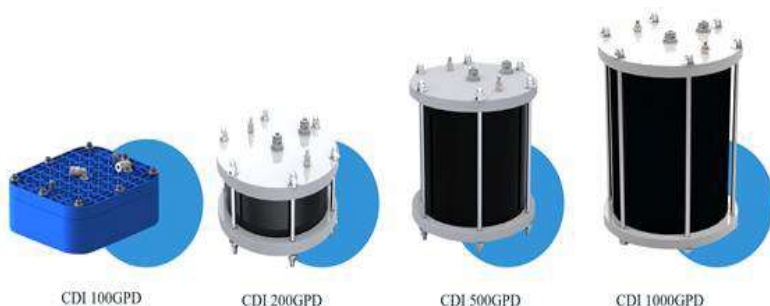
- i) Sản xuất nước siêu tinh khiết dùng cho ngành hóa dược, công nghệ sinh học và công nghiệp bán dẫn;
- ii) Xử lý nước cho sản xuất các ngành công nghiệp, như công nghiệp lò hơi, công nghiệp làm mát, công nghiệp giặt, công nghiệp tái chế nước, công nghiệp thực phẩm;

iii) Xử lý nước cho nông nghiệp, như nước tưới, nước chăn nuôi, chế biến nông sản;

iv) Lọc nước cho uống trực tiếp và xử lý nước cho sinh hoạt. Nhận thấy tiềm năng và triển vọng phát triển của công nghệ CDI tại thị trường Việt Nam, từ năm 2019, Viện Tài nguyên và Môi trường, ĐHQGHN (VNU-CRES) đã hợp tác với Công ty TNHH Công nghệ Vietdream tập trung nghiên cứu và phát triển (R&D) công nghệ CDI ứng dụng trong điều kiện thực tiễn của Việt Nam. Các thế hệ lõi lọc CDI đã được phát triển và thử nghiệm xử lý nước đạt các tiêu chuẩn nước sạch cho uống trực tiếp, cho sinh hoạt, chế biến lương thực, thực phẩm, lò hơi,... Với các công suất xử lý từ quy mô nhỏ cho hộ gia đình, văn phòng, cơ quan đến quy mô công nghiệp cho các nhà máy xử lý nước, nhà máy chế biến thực phẩm,... Các sản phẩm lọc nước bằng công nghệ CDI của VNU-CRES và Vietdream phát triển có ưu điểm vượt

trội so với công nghệ lọc thẩm thấu ngược RO (loại bỏ cả các chất khoáng có lợi cho cơ thể, lượng nước thải đến 50-60%) như: Giữ lại trên 50% chất khoáng vi lượng tự nhiên cho cơ thể; không phải thay màng lọc sau thời gian sử dụng; tiêu thụ năng lượng thấp; thiết bị cấu tạo nhỏ gọn; lượng nước thải bỏ thấp (10%), tức khả năng thu hồi nước cao đến 90%; lọc sạch chất lơ lửng kích thước > 1 µm; hấp thu 100% các chất độc hại như thuốc trừ sâu, phân bón, kim loại nặng, các chất ôxy hóa gây ung thư; loại trên 99% vi khuẩn; trung hòa độ pH,... Đặc biệt, các lõi lọc CDI có ưu thế vượt trội trong xử lý nước lợ và nước nhiễm mặn. Nhóm nghiên cứu của VNU-CRES và Vietdream mong muốn cung cấp các giải pháp công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực xử lý nước, cung cấp nguồn nước sạch để bảo vệ sức khỏe cho người dân và đóng góp tích cực vào sự phát triển nhanh và bền vững của đất nước.

Các thế hệ lõi lọc CDI do VNU-CRES và Vietdream phát triển



của giai đoạn hấp phụ có thể được thay thế bằng một bộ điện cực mới hoặc bằng cách giải hấp phụ. Việc giải hấp phụ lại các điện cực bão hòa đạt được bằng cách đặt điện áp ngược hoặc làm ngắn mạch các điện cực, mà không cần áp dụng bất kỳ áp suất bên ngoài nào để rút các ion như trong lọc màng và một số công nghệ khử kim loại khác, bởi lẽ quá trình tách các ion này được hỗ trợ bởi lực tĩnh điện. Các nghiên cứu mới nhất về CDI đã tập trung vào giải

quyết các vấn đề như nhu cầu tối ưu hóa các thông số hoạt động, cải thiện sự hấp phụ các ion và tăng diện tích bề mặt, độ xốp của điện cực CDI. Môđun hóa diện tích bề mặt của than hoạt tính, carbon aerogel, graphene, ống nano carbon, bột nano carbon và các điện cực dựa trên carbon khác là một giải pháp thay thế để tăng hiệu suất điện từ của các tế bào CDI. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, diện tích bề mặt lớn hơn và sự phân bố kích thước lỗ thích hợp

(dựa trên kích thước của các ion mục tiêu) đóng vai trò rất quan trọng trong hiệu quả loại bỏ các ion bản trong nước của tế bào CDI. Một giải pháp thay thế để cải thiện hiệu suất hấp phụ của tế bào CDI là màng trao đổi ion giữa các điện cực và kênh không gian (không gian giữa hai điện cực), được gọi là khử ion điện dung màng (MCDI). Các màng MCDI này hạn chế hấp phụ của các ion (ion có cùng điện tích đối với điện cực trong giai đoạn loại bỏ và

Các máy lọc nước công suất khác nhau do VNU-CRES và Vietdream phát triển.

