

LÀM SẠCH NƯỚC BẰNG CÔNG NGHỆ NANO

Từ lâu, công nghệ đã giữ vai trò quan trọng trong việc cung cấp nước uống sạch và nước tưới cho cây lương thực. Thực vậy, công nghệ về nước đã xuất hiện hàng nghìn năm. Ba trăm năm trước công nguyên, người La mã đã sử dụng các rãnh nước làm đường dẫn nước uống. Tuy nhiên, việc đưa công nghệ hiện đại đến với người dân nghèo trên toàn cầu là một nhiệm vụ khó khăn. Liệu công nghệ nano có thể thực hiện được nhiệm vụ này hiệu quả hơn các công nghệ trước đây không?

Nước là tài nguyên khan hiếm và đối với nhiều nước, đặc biệt các nước ở Trung Đông, nơi nguồn cung cấp nước không đáp ứng đủ cầu. Cùng với áp lực biến đổi khí hậu và tăng dân số, nước sẽ càng trở nên khan hiếm hơn, nhất là ở các khu vực đang phát triển. Hơn nữa, trong những khu vực này, nước có sẵn thường không đảm bảo an toàn để uống.

- 884 triệu người không được tiếp cận với các nguồn cung cấp nước an toàn (cứ 8 người thì 1 người)
- Trung bình một phụ nữ ở châu Phi và châu Á phải đi 6 km để lấy nước.
- 3,6 triệu người chết mỗi năm do các bệnh về nước
- 98% ca tử vong do nước rơi vào các nước đang phát triển
- 84% ca tử vong do nước nằm trong độ tuổi từ 0-14 tuổi
- 43% ca tử vong do nước là do bệnh tiêu chảy
- 65 triệu người ở Bănglăđét, Ấn Độ và Nêpan có nguy cơ nhiễm độc asen

Nỗ lực hiện nay để đảm bảo cho mọi người tiếp cận với nước uống sạch theo các Mục tiêu phát triển Thiên niên kỷ của Liên Hợp Quốc, để đến năm 2015 giảm một nửa tỷ lệ người không được sử dụng nước uống an toàn. Theo Chương trình đánh giá nước thế giới, nghĩa là cải tạo nguồn cung cấp nước cho 1,5 tỷ người.

Các biện pháp kinh tế hay công nghệ thường sẽ định hướng các cách tiếp cận để cung cấp nước cho các cộng đồng nghèo. Biện pháp kinh tế thường nhấn mạnh đến tầm quan trọng của các quy định, thể chế và thị trường mở. Cách tiếp cận công nghệ tập trung vào chế tạo máy bơm nước, các hệ thống lọc hoặc các ứng dụng mới chẳng hạn của công nghệ nano.

Tiềm năng của công nghệ nano

Không giống các công nghệ khác, thường bắt nguồn từ một bộ môn khoa học cụ thể, nhưng công nghệ nano là sự kết hợp của nhiều bộ môn khoa học. Công nghệ nano được xác định bằng quy mô hoạt động. Khoa học nano và công nghệ nano liên quan đến việc nghiên cứu vật chất ở kích thước siêu nhỏ. Một nano mét bằng 1 phần triệu của 1mm và một sợi tóc của con người rộng khoảng 80.000 nano mét. Kích thước của vật liệu nano quá nhỏ làm cho con người khó nhìn thấy. Kích thước nano cho phép xử lý những bộ phận nhỏ nhất của vật chất. Hoạt động ở kích thước nano sẽ liên kết các nguyên tử và phân tử để khai thác dễ dàng hơn các đặc điểm của vật chất. Giống như xây dựng một mô hình từ những viên gạch Lego, chúng ta sẽ hình dung về việc tạo ra các vật liệu mới hoặc thay đổi các vật liệu cũ. Trong các ứng dụng như lọc nước, các vật liệu có thể được làm mới hoặc điều chỉnh để lọc sạch các kim loại nặng và độc tố sinh học.

Các vật liệu kích thước nano thường có các đặc tính về quang học và dẫn điện khác với vật liệu cùng loại có kích thước nhỏ hay lớn. Ví dụ, titan oxit nano là chất xúc tác hiệu quả hơn titan oxit có kích thước nhỏ. Và có thể sử dụng titan oxit nano để phân hủy các chất ô nhiễm hữu cơ trong xử lý nước. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, kích thước nhỏ của các hạt nano được sản xuất sẽ làm cho vật liệu độc hơn mức bình thường.

Nguyên tắc chủ yếu của các công nghệ nano làm giảm các vấn đề nan giải về nước là giải quyết các khó khăn về kỹ thuật để xử lý các chất ô nhiễm trong nước, bao gồm vi khuẩn, virút, asen, thủy ngân, thuốc bảo vệ thực vật và muối.

Nhiều nhà nghiên cứu và kỹ sư khẳng định, công nghệ nano đảm bảo các giải pháp hiệu quả và bền vững hơn vì sử dụng các hạt nano để xử lý nước ít gây ô nhiễm hơn so với các phương pháp truyền thống và đòi hỏi ít nhân công, vốn, đất đai và năng lượng.

Nhiều thiết bị xử lý nước sử dụng công nghệ nano đã có mặt trên thị trường cùng với các thiết bị khác sắp được tung ra thị trường hay đang trong quá trình phát triển.

Màng lọc nano đã được ứng dụng phổ biến để xử lý muối hòa tan và các chất ô nhiễm có kích thước nhỏ, làm mềm nước và xử lý nước thải. Màng lọc nano đóng vai trò như rào cản vật lý, ngăn chặn các hạt và vi sinh vật lớn hơn lỗ của màng lọc và loại bỏ có chọn lọc các chất ô nhiễm. Công nghệ nano sẽ góp phần cải tiến hơn nữa công nghệ màng đồng thời còn làm giảm chi phí rất cao trong quy trình khử mặn.

Các nhà khoa học đang phát triển những loại vật liệu mới có lỗ nano hoạt động hiệu quả hơn các thiết bị lọc truyền thống. Ví dụ, một nghiên cứu ở Nam Phi đã chứng minh, màng lọc nano có thể lọc nước uống an toàn từ nước ngầm mặn. Và một nhóm các nhà khoa học ở Ấn Độ và Hoa Kỳ đã phát triển các thiết bị lọc bằng ống nano carbon xử lý vi khuẩn và virus hiệu quả hơn các thiết bị màng lọc truyền thống.

Đất sét attapulgite và zeolit trong tự nhiên còn được dùng trong các thiết bị lọc nano. Chúng có các lỗ kích thước nano mét và được sử dụng ở nhiều nơi trên thế giới. Một nghiên cứu sử dụng màng lọc đất sét attapulgite để lọc nước thải của một nhà máy sữa ở Algérie cho thấy, loại màng này có thể làm giảm nước thải và chất hữu cơ khác trong nước thải để sản xuất nước uống an toàn.

Ngoài ra, zeolit cũng được dùng để tách các chất hữu cơ độc hại từ nước và khử các ion kim loại nặng. Các nhà nghiên cứu tại Tổ chức Nghiên cứu và Khoa học Khối thịnh vượng Ôxtrâyliya đã chế tạo ra hydrotalcite, một loại đất sét tổng hợp hấp thụ asen và loại bỏ khỏi nước. Các nhà nghiên cứu còn đề xuất về loại bao gói mới cho sản phẩm này giống như “túi chè nhúng” để phục vụ những người có thu nhập thấp – có thể nhúng “túi chè” vào các nguồn cung cấp nước khoảng 15 phút trước khi uống. Bán gói chè đã qua sử dụng cho các chính quyền địa phương sẽ thúc đẩy hoạt động tái chế và giúp xử lý chất thải có chứa asen.

Các chất xúc tác nano, nam châm và thiết bị dò

Các chất xúc tác nano và các hạt nano từ tính là những ví dụ về công nghệ nano có thể biến nước ô nhiễm nặng thành nước uống, hợp vệ sinh và làm nước tưới. Các chất xúc tác có kích thước nano có các đặc tính xúc tác hiệu quả hơn. Chúng có thể phân hủy về mặt hóa học các chất ô nhiễm thay vì chỉ đẩy chúng đến nơi khác, kể cả các

chất ô nhiễm mà các công nghệ hiện có xử lý không hiệu quả hoặc đòi hỏi chi phí cao. Các nhà nghiên cứu tại Viện Khoa học Ấn Độ ở Bangalore đã sử dụng titan oxit nano cho mục đích này.

Các hạt nano từ tính có diện tích bề mặt lớn tỷ lệ với thể tích của chúng và có thể dễ dàng liên kết với các hóa chất. Trong các ứng dụng về xử lý nước, các hạt nano từ tính có thể được dùng để liên kết với các chất ô nhiễm như arsen hay dầu mỡ để loại bỏ các chất ô nhiễm bằng nam châm. Một số công ty đang thương mại hóa các công nghệ này và các nhà nghiên cứu vẫn đang thường xuyên công bố những phát hiện mới trong lĩnh vực này.

Các nhà khoa học tại Đại học Rice ở Hoa Kỳ đang sử dụng hạt “nano từ tính” để xử lý arsen trong nước uống. Diện tích bề mặt hạt nano từ tính lớn nghĩa là nano từ tính có thể hút arsen gấp 100 lần loại nano từ tính có diện tích bề mặt lớn hơn. Nhóm nghiên cứu dự báo, 200-500mg nano từ tính có thể xử lý 1 lít nước. Họ đang phát triển phương pháp sản xuất nano từ tính từ các thiết bị gia dụng rẻ tiền, sẽ làm giảm đáng kể chi phí sản xuất, đưa sản phẩm này đến với cộng đồng ở các nước đang phát triển.

Cùng với khả năng xử lý nước, công nghệ nano còn phát hiện ra các chất ô nhiễm sinh ra trong nước. Các nhà nghiên cứu đang phát triển các công nghệ cảm biến mới kết hợp sản xuất ở kích thước nhỏ và cỡ nano để tạo ra các bộ cảm biến nhỏ, di động và có độ chính xác cao có thể phát hiện các hóa chất và chất sinh hóa trong nước. Một số consortium trong lĩnh vực nghiên cứu đang thử nghiệm tại hiện trường các thiết bị này và số thiết bị sẽ nhanh chóng được thương mại hóa. Ví dụ, một nhóm các nhà nghiên cứu tại Đại học Pennsylvania đã nghiên cứu phương pháp phát hiện arsen trong nước bằng dây nano gắn lên chip silicon.

Nghiên cứu nano ở các nước đang phát triển

Các khu vực phát triển như châu Âu và Hoa Kỳ đã tiến hành nhiều nghiên cứu về công nghệ nano vì Chính phủ các nước phát triển cho rằng công nghệ nano là nền tảng cho tăng trưởng kinh tế nên dành ưu tiên cho lĩnh vực này. Một số nước trung gian như Trung Quốc cũng đầu tư nhiều cho công nghệ nano.

Nam Phi đã thể hiện khả năng nổi trội về công nghệ nano thông qua Chiến lược công

nghe nano quốc gia, được công bố vào năm 2006. Ví dụ, nước này xây dựng các trung tâm khoa học nano đổi mới tại 2 trong số các hội đồng khoa học của cả nước. Một trong những trung tâm khoa học nano tập trung vào ứng dụng khoa học nano cho xử lý nước. Kết quả nghiên cứu đã giải quyết được các vấn đề của địa phương. Ví dụ, Đại học Stellenbosch đang nghiên cứu sử dụng màng nano để lọc nước.

Ấn Độ cũng đầu tư nhiều cho công nghệ nano mặc dù các số liệu cụ thể khó xác định một phần vì Chính phủ và khu vực tư nhân thường phối hợp cấp kinh phí đầu tư.

Và các nước đang phát triển khác đánh giá cao yêu cầu phải hỗ trợ cho khoa học nano, bao gồm nghiên cứu sản xuất nước sạch bằng công nghệ nano. Braxin, Cuba, Saudi Arabia và Sri Lanka đều đã thành lập được các trung tâm khoa học nano để nghiên cứu vấn đề này. Số lượng patent về các sáng chế nano của các nhà nghiên cứu ở các nước đang phát triển đang tăng nhanh.

Các sản phẩm công nghệ nano ở các nước đang phát triển

Hiện nay, có một số sản phẩm điển hình ra đời ở các nước đang phát triển và các sản phẩm khác bắt nguồn từ nơi khác nhưng liên quan mật thiết với nhu cầu của các nước phương Nam.

1. Xốp nano giữ nước mưa do Viện Công nghệ Massachusetts, Hoa Kỳ sản xuất

- Cơ chế vận hành: Hợp chất polyme và các hạt nano thủy tinh được phủ trên bề mặt như vải để hút nước.

- Ý nghĩa: Giữ nước mưa là việc làm quan trọng ở các nước như Trung Quốc, Neepal và Thái Lan. Xốp nano hoạt động hiệu quả hơn so với vật liệu truyền thống.

2. Hạt nano từ tính xử lý asen do Đại học Rice, Hoa Kỳ sản xuất

- Cơ chế vận hành: Các hạt nano từ tính gồm các ion oxit lơ lửng trong nước liên kết với asen, sau đó loại bỏ bằng một nam châm.

- Ý nghĩa: Ấn Độ, Bangladeset và các nước đang phát triển khác có hàng nghìn trường hợp nhiễm độc asen mỗi năm là do các giếng nước bị ô nhiễm asen.

3. Màng khử mặn do Đại học California, Los Angeles và NanoH2O sản xuất

- Cơ chế vận hành: Hợp chất polyme và hạt nano hút các ion nước và đẩy muối hòa tan

- Ý nghĩa: Màng khử mặn đã có mặt trên thị trường, cho phép khử mặn với chi phí năng lượng thấp hơn so với phương pháp thẩm thấu.

4. Màng lọc nano do Công ty Saehan, Hàn Quốc sản xuất

- Cơ chế vận hành: Màng lọc nano được sản xuất từ polyme có kích thước lỗ từ 0,1 -10 nano mét.

- Ý nghĩa: Màng lọc nano được thử nghiệm xử lý nước uống ở Trung Quốc và khử mặn nước ở Iran đòi hỏi ít năng lượng hơn phương pháp thẩm thấu ngược.

5. Que nước trong lưới nano do Phòng thí nghiệm Seldon, Hoa Kỳ sản xuất

- Cơ chế vận hành: Thiết bị lọc có hình dạng như cộng rơm sử dụng các ống nano cacbon đặt lên trên vật liệu dẻo có lỗ.

- Ý nghĩa: que nước làm sạch nước uống. Các bác sỹ ở châu Phi đang sử dụng mẫu que nước trong lưới nano và sản phẩm cuối cùng sẽ được sản xuất ở các nước đang phát triển với chi phí thích hợp.

6. Thiết bị lọc thông dụng do Công ty KX, Hoa Kỳ sản xuất

- Cơ chế vận hành: Thiết bị lọc sử dụng lớp sợi nano được chế tạo từ các polyme, nhựa thông, gốm và các vật liệu khác để xử lý các chất ô nhiễm.

- Ý nghĩa: Được chế tạo dành riêng cho hộ gia đình trong cộng đồng ở các nước đang phát triển sử dụng. Các thiết bị lọc hiệu quả, dễ sử dụng và không cần phải bảo dưỡng.

7. Thiết bị lọc thuốc bảo vệ thực vật do Viện Công nghệ Ấn Độ ở Chennai, Ấn Độ và

Công ty TNHH Eureka Forbes, Ấn Độ sản xuất.

- Cơ chế vận hành: Thiết bị này sử dụng bạc nano để hút và sau đó phân hủy 3 loại thuốc bảo vệ thực vật thường thấy trong các nguồn cung cấp nước ở Ấn Độ.

- Ý nghĩa: Thuốc bảo vệ thực vật thường có mặt trong các nguồn cung cấp nước của các nước đang phát triển. Thiết bị lọc thuốc bảo vệ thực vật có thể cung cấp cho mỗi hộ gia đình ở Ấn Độ 6000 lít nước sạch mỗi năm.

Rủi ro và cơ hội

Bất kỳ đánh giá nào về thị trường xử lý nước bằng công nghệ nano trong tương lai cần phải tính đến cả rủi ro và cơ hội. Một số nhà khoa học khẳng định, các nghiên cứu về mối liên hệ của công nghệ nano với đạo đức, luật pháp và xã hội đang đi chậm hơn khoa học. Có ít tài liệu và số liệu liên quan đến các chủ đề này, thậm chí ở Hoa Kỳ, không phải tất cả các quỹ nghiên cứu có sẵn đều được sử dụng. Ví dụ, Sáng kiến về công nghệ nano quốc gia Hoa Kỳ đã cấp 16-28 triệu USD cho nghiên cứu về các mối quan hệ xã hội cơ bản của công nghệ nano nhưng chỉ sử dụng chưa đến một nửa số tiền đó.

Năng lực khoa học của các nước đang phát triển thường ở mức thấp hơn nghĩa là quy định hiệu quả về tiêu chuẩn đạo đức và rủi ro của công nghệ nano lạc hậu hơn so với các nước đang phát triển. Nhưng, các dấu hiệu cho thấy, vấn đề đạo đức của việc sử dụng công nghệ nano để xử lý nước đang được bàn thảo.

Cần nghiên cứu nhiều hơn về các nguy cơ tiềm ẩn đến sức khỏe và môi trường của xử lý nước bằng công nghệ nano. Ví dụ, nhiều lo ngại về khả năng phản ứng tích cực của các hạt nano làm cho chúng độc hại hơn. Giữ lại các hạt nano có kích thước nhỏ giữ lại là vấn đề khó khăn, do đó, chúng có thể thoát vào môi trường dễ dàng hơn gây thiệt hại cho đời sống thủy sinh. Toàn bộ ảnh hưởng của việc tiếp xúc với các vật liệu nano từ xử lý vật liệu trong các nhà máy xử lý nước thải hoặc uống vật liệu nano trong nước đã qua xử lý vẫn còn chưa được biết đến.

Tuy nhiên, về đánh giá rủi ro, có thể phân biệt giữa các hạt nano tích cực và tiêu cực. Các hạt nano tích cực như một lớp mạ gây ít rủi ro hơn so với các quy trình sản xuất khác. Nhưng các hạt nano tích cực có thể di chuyển xung quanh môi trường gây rủi ro

do việc kiểm soát và ngăn chặn không được thực hiện.

Do vậy, liệu công nghệ nano thực sự có giúp giải quyết các vấn đề về nước ở các nước đang phát triển? Sẽ có 2 dấu hiệu tích cực. Thứ nhất, các chuyên gia và nhà khoa học về nước ngày càng quan tâm đến việc đối thoại với các chính quyền địa phương để tìm hiểu vấn đề và các cơ hội áp dụng công nghệ nano để xử lý nước.

Thứ hai, vì hoạt động thương mại hóa công nghệ nano đang ở giai đoạn đầu, nên hy vọng các cuộc thảo luận về công nghệ nano giữa các nhà nghiên cứu, cộng đồng và ngành công nghiệp sẽ khuyến khích các nhà khoa học và doanh nghiệp triển khai các mô hình kinh doanh thích hợp để khai thác các sáng chế về công nghệ nano.