

Ứng dụng công nghệ oxy hóa nâng cao để tăng cường xử lý sắt trong nước cấp sinh hoạt từ nguồn nước ngầm

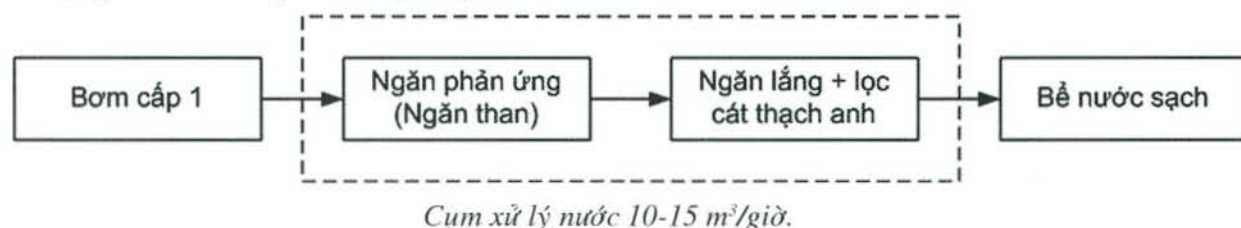
✍️ THÁI PHƯƠNG VŨ^{1,*},
✍️ NGUYỄN TẤN MINH², HUỖNH MINH ĐỨC²

Tóm tắt

Công nghệ xử lý nước ngầm chủ yếu hiện nay áp dụng phương pháp xử lý truyền thống là làm thoáng và lắng lọc. Phương pháp này không thể xử lý hoàn toàn các chất nhiễm bẩn trong nước ngầm như sắt với nồng độ cao. Vì thế, cần thiết áp dụng công nghệ mới - công nghệ oxy hóa nâng cao để thay thế hoặc hỗ trợ công nghệ xử lý cũ xử lý nước đạt tiêu chuẩn cấp nước theo QCVN 01:2009/BYT. Kết quả thử nghiệm qui mô lớn (công suất 15 m³/giờ) cho thấy, nồng độ sắt trong nước cấp gần bằng 0. Rõ ràng, công nghệ oxy hóa sâu hoàn toàn có thể tích hợp vào hệ thống xử lý cũ hoặc thay thế hoàn toàn hệ thống làm thoáng hoặc dàn mưa hiện tại nhằm tăng chất lượng nước cấp cho sinh hoạt từ nguồn nước ngầm.

Giới thiệu

Nước là nguồn gốc của sự sống, rất cần thiết cho con người, động thực vật. Sử dụng nước sạch là nhu cầu cấp thiết đối với con người nhằm đảm bảo về sự an toàn, sức khỏe cho người sử dụng và nâng cao chất lượng cuộc sống, góp phần quan trọng trong phát triển kinh tế, nâng cao tỷ lệ người dân sử dụng nước sạch, nhất là tại vùng nông thôn. Hiện nay, nước cấp ở khu vực nông thôn chủ yếu được khai thác từ nguồn nước ngầm. Công nghệ xử lý nước ngầm trước khi cấp cho người sử dụng rất thô sơ, chủ yếu là làm thoáng, lắng, lọc qua cát (Hình 1), nên không thể xử lý hết các chất nhiễm bẩn trong nguồn nước này. Phương pháp xử lý nước ngầm hiện nay tại vùng nông thôn chủ yếu là xử lý sắt ở hàm lượng thấp, không thể xử lý nước ngầm nhiễm sắt ở nồng độ cao (> 5 mg/l). Sắt là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng nước cả về mặt cảm quang và định lượng. Do đó, cần thiết phải có một công nghệ mới để hỗ trợ hoặc thay thế cụm xử lý truyền thống (tháp làm thoáng) nhằm tăng chất lượng nước cấp để giảm nguy cơ cho người sử dụng là vấn đề cấp bách hiện nay.



¹ Khoa Môi trường, Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường TP.HCM

² Trung tâm UD Tiến bộ KH&CN, Sở KH&CN Cần Thơ

Phương pháp xử lý nước ngầm dùng trong cấp nước sinh hoạt phụ thuộc vào mức độ nhiễm bẩn của nước ngầm, 6 phương pháp phổ biến được sử dụng để xử lý và nâng cấp chất lượng nước ngầm trước khi được cấp cho người tiêu dùng là phương pháp làm thoáng khí, phương pháp oxy hóa, lọc, trao đổi ion, UV và trung hòa pH. Mỗi phương pháp xử lý có tác dụng khử hoàn toàn hoặc làm giảm một lượng chất nhiễm bẩn trong nước ngầm. Do đó, tùy theo chất lượng nguồn nước đầu vào, có thể sử dụng một phương pháp xử lý hoặc sử dụng kết hợp nhiều phương pháp trong cùng một hệ thống xử lý. Một công nghệ mới dần được áp dụng và ngày càng phát triển, đó là công nghệ oxy hóa nâng cao (Advanced Oxidation Process - AOP). Công nghệ oxy hóa nâng cao dựa trên nền tảng của ozon (O_3) và được đề nghị từ năm 2000 tại hội nghị ở Tokyo, Nhật Bản. Ozon sinh ra từ các phản ứng điện trong môi trường không khí được phát hiện bởi nhà hóa học Schönbein từ năm 1839 (Rubin, 2001). Đến năm 1900, ozon được sử dụng để tiệt trùng nước cấp trong các nhà máy cấp nước ở các nước phát triển như Đức, Mỹ, Pháp, Nga. Ngày nay, sử dụng ozon trong việc tiệt trùng nước càng trở nên phổ biến nhờ công nghệ sản xuất ozon mới ra đời - đó là ozon âm (kết hợp OH^- và O_3 là nền tảng của công nghệ oxy hóa nâng cao), có hiệu quả tiệt trùng cao hơn so với công nghệ chỉ sử dụng ozon truyền thống (Klasson et al., 2002). Bên cạnh việc ứng dụng ozon trong tiệt trùng nước cấp cho sinh hoạt, ngày nay ozon được ứng dụng tiệt trùng cho cả nước thải (thay thế chlorine) vì tính tiện dụng và hiệu quả tiệt trùng cao của nó (U.S. EPA, 1999). Ozon còn được ứng dụng trong xử lý nước thải rắn rác trên cơ sở kết hợp ozon với chất $S_2O_8^{2-}$ (persulfate), đã tăng thêm hiệu quả xử lý COD từ 11-17% (Abu Amr et al., 2014). Công nghệ oxy hóa nâng cao trên cơ sở kết hợp $TiO_2/UV/O_3$ được áp dụng trong xử lý nước thải có hiệu quả nhanh hơn so với chỉ sử dụng O_3 , trong đó màu trong nước thải mất đi sau 40 phút xử lý, trong khi biện pháp chỉ sử dụng ozon thì không mất màu sau 1 giờ (Mehrjouei et al. 2014).

Tại Việt Nam, xử lý nước cấp chủ yếu tập trung vào các kỹ thuật sau: keo tụ và kết bông, làm thoáng nước, lọc nhanh, lọc chậm, hấp phụ bằng than hoạt tính và màng lọc (Ngô Xuân Trường và ctv, 2004). Cùng với sự phát triển của kinh tế, chất lượng cuộc sống ngày càng được nâng cao đòi hỏi nước sinh hoạt cũng nâng cao chất lượng. Do đó, các kỹ thuật xử lý nước nêu trên cũng ngày càng cải tiến để tăng hiệu quả, tăng công suất và tăng chất lượng nước sau xử lý (Nguyễn Hữu Phú, 2013). Các kỹ thuật cải tiến tập trung vào tất cả các công đoạn xử lý bao gồm tăng hiệu quả kết tụ tạo bông, tăng hiệu quả và chất lượng sau lắng. Đặc biệt là công đoạn oxy hóa và khử trùng đã được áp dụng vào quá trình xử lý, đây là một công đoạn quan trọng trong quá trình xử lý. Ngoài các kỹ thuật xử lý nêu trên thì công nghệ làm mềm nước được áp dụng trong xử lý nước cấp sản xuất là phương pháp sử dụng dung dịch vôi, phương pháp trao đổi cation (Đặng Tấn Phòng và Trần Hiếu Nhuệ, 2013) nhằm giảm ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm và thiết bị. Một nghiên cứu đã báo cáo rằng quá trình điện hóa xử lý nước thải nhuộm, in và giấy đạt hiệu quả cao với điện cực âm là hợp kim sắt-silic và cực dương là kim loại thép (Trần Thị Hiền và Nguyễn Việt Cường, 2008).

Tóm lại, cho đến nay công nghệ oxy hóa nâng cao rất ít được ứng dụng vào xử lý nước cấp sinh hoạt tại Việt Nam. Các nhà máy cung cấp nước sinh hoạt đều sử dụng công nghệ truyền thống là keo tụ và tạo bông đối với nước mặt, làm thoáng đối với nước ngầm, sau đó qua hệ thống lọc nhanh, sau đó tiệt trùng bằng Clo và cấp nước cho người sử dụng. Do đó, việc áp dụng công nghệ oxy hóa nâng cao để nâng cấp chất lượng nước nông thôn là cần thiết và cấp bách.

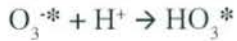
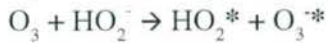
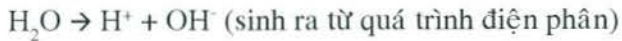
Phương pháp nghiên cứu

Vị trí nghiên cứu

Vị trí nghiên cứu là 4 trạm cấp nước nông thôn tại thành phố Cần Thơ có công suất là $15 m^3$ /giờ bao gồm các Trạm cấp nước: Mỹ Ái, (huyện Phong Điền), Long Tuyền (quận Bình Thủy), Trường Lạc và Thới Long (quận Ô Môn). Tiêu chí lựa chọn các trạm này dựa trên số liệu chất lượng nước do Trung tâm nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn thành phố Cần Thơ cung cấp với mục tiêu nâng cấp chất lượng nước tại các trạm được chọn đạt tiêu chuẩn QCVN 01:2009/BYT.

Sơ đồ hệ thống oxy hóa nâng cao

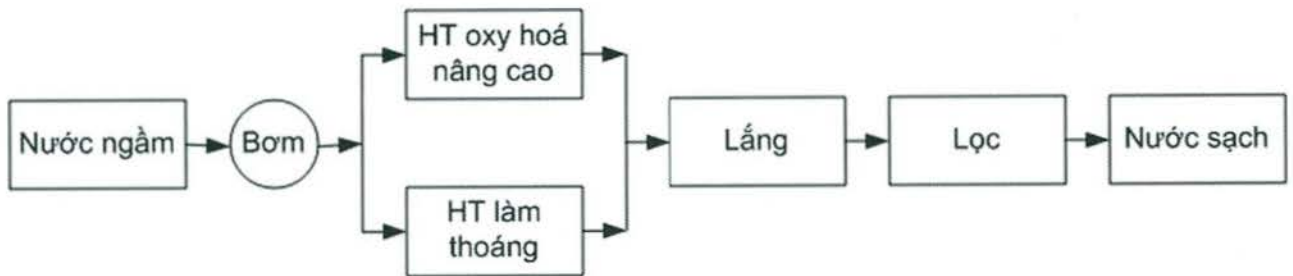
Hệ thống oxy hóa sâu bao gồm ba thiết bị: máy sản xuất ozone, bộ trộn khí, bể điện phân được tích hợp. Bộ trộn khí có tác dụng trộn khí ozone vào nước nhằm tối ưu độ hòa tan của khí trong nước. Máy ozone cung cấp cho hệ thống xử lý nước là công suất là 3g/giờ (lưu lượng khí cung cấp 10 l/phút). Hỗn hợp khí nước được dẫn vào bể điện phân (12 V, 5 A) để xử lý nâng cao theo cơ chế phản ứng sau:



Gốc hydroxyl (*OH) có thời gian tồn tại rất ngắn khoảng 10^{-9} giây (Sies, 1993) nhưng có khả năng phản ứng cao do khả năng oxy hóa của nó (2,05) cao hơn hẳn Clo (1,0) và ozone (1,52). Do đó, hệ thống oxy hóa nâng cao có khả năng xử lý chất ô nhiễm tốt hơn dùng Clo hay ozone đơn thuần.

Bố trí thí nghiệm

Sơ đồ lắp đặt thí nghiệm cụm xử lý bằng công nghệ oxy hóa nâng cao (Hình 2). Hệ thống oxy hóa sâu lắp song song với hệ thống xử lý cũ (hệ thống làm thoáng hoặc dàn mưa) nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nước của hệ thống mới.



Sơ đồ lắp đặt thử nghiệm cụm xử lý oxy hóa nâng cao.

Kết quả và thảo luận

Từ bản vẽ thiết kế hệ thống và qua quá trình khảo sát thực tế, hệ thống oxy hóa nâng cao đã được chế tạo bằng các vật liệu tại chỗ và được lắp đặt tại trạm cấp nước Long Tuyền, quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ (Hình 3).



Hệ thống oxy hóa lắp đặt tại trạm Long Tuyền, Cần Thơ

Công nghệ xử lý nước ngầm hiện đang sử dụng tại các trạm cấp nước là công nghệ truyền thống, chủ yếu dựa vào xử lý tự nhiên nên chi phí vận hành cho hệ thống chủ yếu là tiền năng lượng (điện) cho vận hành các bơm nước và chi phí vệ sinh, bảo dưỡng hệ thống trạm cấp nước. Khi lắp đặt hệ thống mới thì chi phí năng lượng sử dụng cho xử lý nước sẽ tăng do phải vận hành máy sản xuất ozone và hệ thống điện phân. Theo tính toán, chi phí tăng thêm để vận hành cụm xử lý nước mới sau khi tích hợp vào hệ thống chủ yếu điện năng tiêu thụ. Theo công suất thiết kế, điện năng tiêu thụ cho xử lý 15 m³ nước là 0,4 kWh. Như vậy chi phí tăng thêm để xử lý 1 m³ là 53 đ/m³ (giá điện 2.000 đ/kWh).

Hệ thống này là một module thống nhất và hoạt động tự động hoàn toàn nên rất dễ vận hành và quản lý. Với cấu tạo là Inox, nên hệ thống khá bền với thời gian. Theo tính toán, hệ thống vận hành ổn định trong 5 năm, nhưng đối với điện cực cần kiểm tra định kỳ (6 tháng/lần) để bảo dưỡng và thay thế khi cần thiết. Do hệ thống sử dụng điện 1 DC với hiệu điện thế và cường độ dòng điện thấp, nên rất an toàn cho nhân viên vận hành và người sử dụng.

Để đánh giá hiệu quả xử lý sắt của hệ thống oxy hóa nâng cao tại các trạm cấp nước, các mẫu nước được lấy trước và sau khi xử lý, trước và sau khi lắp đặt hệ thống oxy hóa nâng cao. Số mẫu phân tích tại mỗi trạm là 5 mẫu đầu vào và 5 mẫu đầu ra. Kết quả phân tích chất lượng nước được thể hiện trong Bảng. Nồng độ sắt còn lại sau khi đi qua hệ thống xử lý cũ còn khác cao, chính điều này đã là ảnh hưởng tới chất lượng nước sinh hoạt khi cấp cho người tiêu dùng. Với hàm lượng sắt cao, sẽ làm cho nước có mùi tanh khó chịu, tẩm gây ngứa đối với người có da nhạy cảm. Đặc biệt, với hàm lượng sắt cao sẽ gây ố vàng đồ dùng gia đình và quần áo khi sử dụng nguồn nước này. Đây là các đặc trưng để biết khi nước có nồng độ sắt cao.

Bảng kết quả phân tích nồng độ sắt trước và sau khi lắp hệ thống oxy hóa nâng cao.

Trạm cấp nước	Hệ thống xử lý cũ (làm thoáng)*		Hệ thống oxy hóa nâng cao**	
	mg/l		mg/l	
	Đầu vào	Đầu ra	Đầu vào	Đầu ra
Long Xuyên	0,60	0,10	0,68 ± 0,04	0,08 ± 0,06
Thới Long	0,42	0,17	0,51 ± 0,14	0,05 ± 0,02
Mỹ Ái	0,50	0,26	0,48 ± 0,08	0,06 ± 0,03
Trường Lạc	0,57	0,34	0,65 ± 0,07	0,02 ± 0,02

Nguồn:

** Trung tâm Nước sạch và VSMT Nông thôn và Trung tâm Quan trắc môi trường TP. Cần Thơ.*

*** Kết quả thu mẫu phân tích.*

Sau khi lắp đặt hệ thống oxy hóa sâu, nồng độ sắt đã giảm rõ rệt so với thời điểm chưa lắp đặt hệ thống này như trong Bảng. Chất lượng nước nâng cao đáng kể từ việc giảm nồng độ sắt có trong nước cấp. Nồng độ sắt đầu ra gần bằng 0 tại các trạm lắp đặt hệ thống oxy hóa nâng cao. Theo thông tin từ các nhân viên vận hành các trạm cấp nước được lắp đặt hệ thống oxy hóa nâng cao, lượng nước cấp tăng đáng kể, tăng thêm 30% so với lúc trước khi lắp hệ thống oxy hóa, nhờ vào chất lượng nước tăng nên các hộ gia đình sử dụng nhiều hơn trước.

Kết luận

Việc nâng cấp chất lượng nước tại các trạm cấp nước nông thôn hoàn toàn khả thi thông qua việc ứng dụng công nghệ mới - công nghệ oxy hóa nâng cao với chi phí hợp lý và vận hành đơn giản. Công
(Xem tiếp trang 50)

tại vị trí của các tay chèo, thầy cúng sẽ đặt dọc theo hai bên ghe nhiều mâm bánh, trái cây, đầu heo, gà vịt tùy theo từng chùa. Sau đó, vị sư cả của chùa hoặc thành viên Ban Quản trị đứng ra làm chủ lễ, khấn nguyện vị thần bảo hộ ghe Ngo đi theo giúp sức để ghe giành chiến thắng trong các cuộc thi. Lực lượng tham gia thi đấu đứng vòng quanh ghe. Sau đó, vị sư cả sẽ cầm một bình bát nước có mùi thơm của sáp hoa, đi một vòng trên ghe để vẩy nước lành cho các tay bơi để cầu sự bình an và tăng thêm sức mạnh.

Sau nghi thức vẩy nước, những thầy cúng sẽ bắt đầu bằng màn thỉnh nhạc và dạo nhạc cúng ghe Ngo. Mỗi dàn nhạc lễ ghe Ngo có 5 - 7 người; dàn nhạc cúng gồm các nhạc cụ Khướm, Cha pây Đon veng, sáo, trống dăm, đàn cò, đàn nhị, cồng... Thường thì giàn nhạc tiến hành biểu diễn 3 lần liên tục rồi mới đến phần hát với các bài truyền thống như cúng bệ trên, hát mở đầu, hát theo dàn.... Dựa theo vật thờ, thầy cúng sẽ hát

theo biểu tượng ấy. Mỗi buổi lễ hạ thủy ghe Ngo thường kéo dài từ một đến hai tiếng; vật phẩm gồm hoa quả, bánh Ngọt, đầu heo, trứng vịt.... Khi mọi nghi lễ đã xong, những vận động viên thi đấu sẽ hợp sức đẩy ghe xuống nước để đưa đến nơi thi đấu.

Ông Thạch Thuôi, ngụ xã Trà Côn, huyện Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long cho biết thêm "...Khi lễ hạ thủy được tiến hành, ngoài những tay bơi chủ lực đến để tiến hành những nghi lễ cúng bái cần thiết thì các cư dân của phum sóc cũng tề tựu đông đảo bên chiếc ghe Ngo, vừa góp phần cổ vũ tinh thần cho các tay chèo phum sóc, vừa cầu mong sự bình an, sức mạnh từ vị thần bảo hộ cho bản thân họ thông qua buổi lễ...

Ngày nay, lễ "hạ Thủy" ghe Ngo ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long đã và đang được duy trì đều đặn với nghi thức truyền thống dân gian góp phần phong phú hơn vào kho tàng văn hóa chung của dân tộc Việt Nam.

Ứng dụng công nghệ oxy hóa... (Tiếp theo trang 46)

nghe oxy hóa nâng cao có khả năng xử lý sắt trong nước ngầm giảm tới mức thấp nhất, gần bằng 0 mà công nghệ truyền thống (làm thoáng hoặc dàn mưa) mà các trạm cấp nước đang áp dụng không thể xử lý được.

Rõ ràng với chi phí đầu tư và chi phí vận hành thấp nhờ vào việc chế tạo thiết bị tại chỗ, nên việc đầu tư nâng cấp các trạm cấp nước nhằm nâng cao chất lượng nước hoàn toàn khả thi và có thể áp dụng cho tất cả các trạm cấp nước sử dụng nguồn nước ngầm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abu Amr S.S., Aziz H.A., Adlan M.N., Alkassab J.M.A. (2014). Effect of Ozone and Ozone/Persulfate Processes on Biodegradable and Soluble Characteristics of Semiaerobic Stabilized Leachate. *Environmental Progress & Sustainable Energy* (Vol.33, No.1): 184-191.
- Klasson K.T., Tsouris C., Jones S.A., Dinsmore M.D., DePaoli D. W., Walker A. B., Yiacoumi S., Vithayaveroj V., Counce R. M., Robinson S.M. (2002). Ozone treatment of soluble organics in produced water. *Petroleum Environmental Research Forum Project 98-041*. Department of Energy, United States.
- Mehrjouei M., Müller S., Müller D. (2014). Treatment of Pyrolysis Wastewater Using Heterogeneous Advanced Oxidation Processes. *Environmental Progress & Sustainable Energy* (Vol.33, No.1):178-183.
- Rubin M. B. (2001), The history of ozone - The Sch#nbein period, 1839-1868. *Bull. Hist. Chem.*, volume 26 (1):40-56.
- US.EPA (1999). Wastewater Technology Fact Sheet: Ozone Disinfection. Environmental Protection Agency, United States.
- Sies Helmut (1993). Strategies of antioxidant defense. *European Journal of Biochemistry*. 215 (2):213-219.
- Đặng Tấn Phòng và Trần Hiếu Nhuệ (2013). Xử lý nước cấp và nước thải dệt nhuộm. *Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*. Trang 25-60.
- Ngô Xuân Trường, Bùi Trần Vương, Lê Anh Tuấn, Trần Minh Thuận, Trần Văn Phấn (2004). Khảo sát khai thác và xử lý nước sinh hoạt. *Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh*. Trang 291-380.
- Nguyễn Hữu Phú (2013). Công nghệ xử lý nước tự nhiên ở Việt Nam. *Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*.
- Trần Thị Hiền và Nguyễn Việt Cường (2008). Ảnh hưởng của vật liệu điện cực anot ferosilic đến xử lý nước thải nhà máy in bằng phương pháp điện hóa. *Hóa học và Ứng dụng*, số 6 (78).