

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ THÔNG SỐ VẬN HÀNH CỘT PLASMA LẠNH XỬ LÝ NƯỚC NGẦM PHỤC VỤ SINH HOẠT NÔNG THÔN

Lê Hoàng Việt¹, Nguyễn Công Thuận¹,
Nguyễn Văn Dũng², Nguyễn Võ Châu Ngân^{1,*}

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm khảo sát một số thông số vận hành cụ thể (lưu lượng nạp nước, thời gian lưu nước) cho cụm plasma lạnh để xử lý nước ngầm phục vụ nhu cầu sinh hoạt. Các thí nghiệm tiến hành trên mô hình cột plasma lạnh quy mô phòng thí nghiệm với nguồn nước ngầm được gây ô nhiễm nhân tạo. Kết quả thí nghiệm cho thấy, tải nạp và thời gian trữ nước sau xử lý ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý của hệ thống. Vận hành thử nghiệm cột plasma lạnh với tải lượng 0,002, 0,003, 0,004, 0,005 m³/phút cho thấy, với lưu lượng tối thiểu 0,003 m³/phút cung cấp đủ chiều dày lớp nước giúp tăng điện trường trong khe hở điện cực, làm tăng công suất và độ ổn định của cột plasma; hiệu suất xử lý các thông số ô nhiễm rất cao, tuy nhiên hàm lượng ni-trát có xu hướng tăng khi tăng tải lượng nạp nước nhưng không vượt ngưỡng cho phép đối với nước sinh hoạt. Trong số các mốc thời gian trữ nước (15, 20, 25, 30, 35 phút), nước sau xử lý nên tiếp tục cho lưu ở bồn chứa tối thiểu 20 phút để dư lượng ozone và các gốc hydroxyl tiếp tục phản ứng với các chất ô nhiễm nhằm đạt hiệu quả xử lý cao và nước sau xử lý không còn dư lượng của ozone.

Từ khóa: Công nghệ plasma lạnh, lưu lượng nạp nước, nước ngầm, thời gian lưu nước, xử lý ô nhiễm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), việc sử dụng nước ngầm đã tăng lên theo cấp số nhân kể từ những năm 1990 [1], dẫn đến cạn kiệt nguồn nước ngầm và suy giảm chất lượng nước. Đặc biệt trong bối cảnh của biến đổi khí hậu (BĐKH), mực nước biển dâng, cộng thêm sự ô nhiễm nguồn nước mặt, người dân vùng nông thôn khu vực ven biển ĐBSCL có xu hướng chuyển sang sử dụng nước ngầm ngày càng nhiều. Để ứng phó với ô nhiễm nguồn nước ngầm, Chính phủ đã ban hành Nghị định số 167/2018/NĐ-CP ngày 26/12/2018 về việc hạn chế khai thác nước dưới đất [2].

Ở Việt Nam có khoảng hơn 1 triệu giếng khoan có nồng độ arsen trong nước ngầm cao hơn từ 20 - 50 lần theo tiêu chuẩn của Bộ Y tế, gây nhiễm độc mãn tính do phơi nhiễm arsen cho xấp xỉ 0,5 - 1,0 triệu người [3]. Riêng ở ĐBSCL một số địa phương có giếng nước ngầm bị nhiễm arsen như: An Giang, Sóc Trăng, Trà Vinh [4]. Các giảng viên của Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên - Trường Đại học Cần Thơ đã chế tạo bộ xử lý arsen trong nước ngầm

bằng hóa chất và đã đưa vào ứng dụng thực tế tại các hộ gia đình ở Trà Vinh, Sóc Trăng [5].

Trong những năm gần đây, công nghệ plasma, đặc biệt plasma lạnh được ứng dụng trong xử lý nước do tiêu tốn ít năng lượng. Khi sử dụng plasma lạnh, nước được điện phân ở hiệu điện thế cao tạo nên những gốc hóa học có tính ô-xy hóa mạnh có thể chuyển các kim loại nặng từ dạng khử sang dạng ô-xy hóa và kết tủa, sau đó được lắng và lọc ra khỏi nước. Các chất ô-xy hóa mạnh này và tia UV (tạo ra từ hồ quang điện) còn có thể tiêu diệt các vi sinh vật có hại trong nước. Đã có một nghiên cứu xử lý nước ngầm bằng công nghệ plasma lạnh ghi nhận lưu lượng nạp nước 2 L/phút và thời gian trữ nước 20 phút là phù hợp [6], tuy nhiên các thông số vận hành của thí nghiệm còn khiêm tốn cần được tìm hiểu thêm. Nghiên cứu này tiến hành trên cùng mô hình cột plasma [6], nhằm tìm ra một số thông số vận hành cụ thể hơn phục vụ cho việc chế tạo thiết bị ứng dụng vào thực tế xử lý nước ngầm phục vụ nhu cầu nước sinh hoạt.

2. PHƯƠNG PHÁP - PHƯƠNG TIỆN NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình thử nghiệm

Nghiên cứu này sử dụng mô hình cụm xử lý nước ngầm bằng plasma lạnh đã được thiết kế và chế tạo từ nghiên cứu của đề tài Tây Nam bộ, mã số

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

² Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: nvcngan@ctu.edu.vn

TNB.ĐT/14 - 19/C02. Cụm bể xử lý plasma lạnh quy mô phòng thí nghiệm vận hành theo kiểu bể phản ứng liên tục với chế độ dòng chảy từ trên xuống tạo thành màng nước xung quanh hệ điện cực tạo plasma (Hình 1) có một số thông số thiết kế như sau: điện cực trong chế tạo bằng inox có đường kính ngoài 22 mm, điện cực ngoài chế tạo bằng ống thạch anh đường kính 35 mm, dày 3,5 mm phủ lớp màng

nhôm dày 0,08 mm, điện áp tạo plasma 18 kV- 29 kHz.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Trong thí nghiệm này mẫu nước giếng được thu thập và phân tích các thông số chất lượng nước. Kết quả phân tích trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Nồng độ các thông số ô nhiễm của mẫu nước thí nghiệm

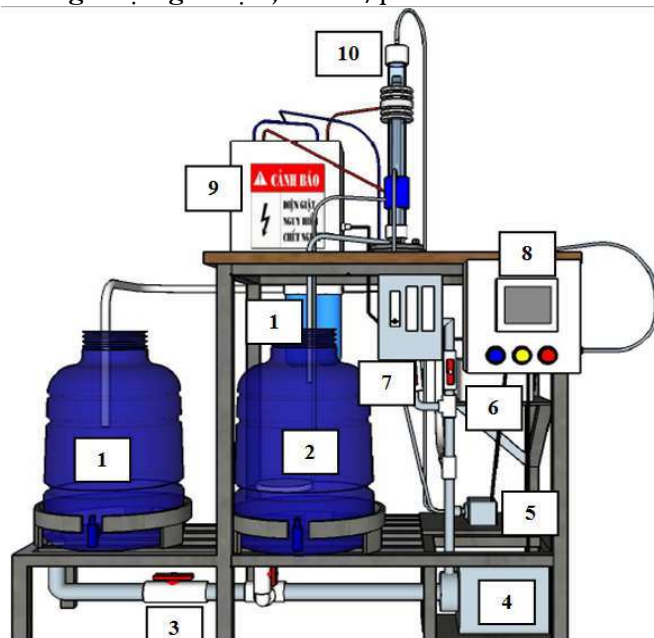
Chỉ tiêu	Đơn vị	Mẫu nước giếng		QCVN 01-1: 2018/BYT
		Trước khi gây ô nhiễm	Sau khi gây ô nhiễm	
pH	-	6,7	6,5	6,0 - 8,5
Độ đục	NTU	0,48	14,1	2
Ni-trát	mg/L	1,4	8,8	2
Fe	mg/L	0,051	3,91	0,3
Arsen	mg/L	KPH	0,03	0,01

Ghi chú: KPH - không phát hiện.

Do các thông số đều đạt giá trị cho phép của QCVN 01-1: 2018/BYT Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt, để tiến hành thí nghiệm cần pha với hóa chất để gây ô nhiễm nguồn nước này. Các loại phèn sắt $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (độ tinh khiết 99%) được sử dụng để gây nhiễm sắt, trong khi acide asenic H_3AsO_4 được pha vào để gây nhiễm arsen cho nước.

Nước được nạp vào cột plasma với những lưu lượng khác nhau, gồm 0,002, 0,003, 0,004, 0,005 $\text{m}^3/\text{phút}$ (dựa trên giá trị 2 L/phút trong thí nghiệm trước đây [6]; không chọn giá trị 0,001 $\text{m}^3/\text{phút}$ vì

lưu lượng thấp nên lớp nước chảy trên bề mặt điện cực không ổn định). Nước sau khi qua cột plasma được lưu lại trong bình chứa trong những khoảng thời gian từ 15, 20, 25, 30 phút (dựa trên giá trị 20 phút trong thí nghiệm trước đây [6]) để các phản ứng tiếp tục xảy ra; sau đó nước bơm qua cột lọc cotton để lấy mẫu phân tích. Lý do trữ nước lại trong bình chứa là do sau khi qua cột plasma, nước còn chứa nhiều ozone hòa tan và cần phải có thêm thời gian để các phản ứng ô-xy hóa sắt tạo kết tủa hoàn toàn.



- (1) Bình chứa nước cần xử lý
- (2) Bình chứa nước sau xử lý
- (3) Van nước
- (4) Máy bơm nước
- (5) Bơm cấp khí cho buồng plasma
- (6) Máy biến áp
- (7) Lưu lượng kế
- (8) Tủ điện
- (9) Nguồn cao áp
- (10) Buồng tạo plasma
- (11) Bộ lọc

Hình 1. Cụm plasma lạnh xử lý nước ngầm [6]

Bảng 2. Tải nạp nước cho cột plasma với các mức lưu lượng khác nhau

Lưu lượng (m ³ /phút)	Diện tích bản điện cực (m ²)	Tải nạp nước		
		m ³ ×m ² ×phút ⁻¹	m ³ ×m ² ×giờ ⁻¹	m ³ ×m ² ×ngày ⁻¹
0,002	0,005181	0,39	23,16	555,88
0,003	0,005181	0,58	34,74	833,82
0,004	0,005181	0,77	46,32	1111,75
0,005	0,005181	0,97	57,90	1389,69

2.3. Phân tích mẫu và đánh giá kết quả

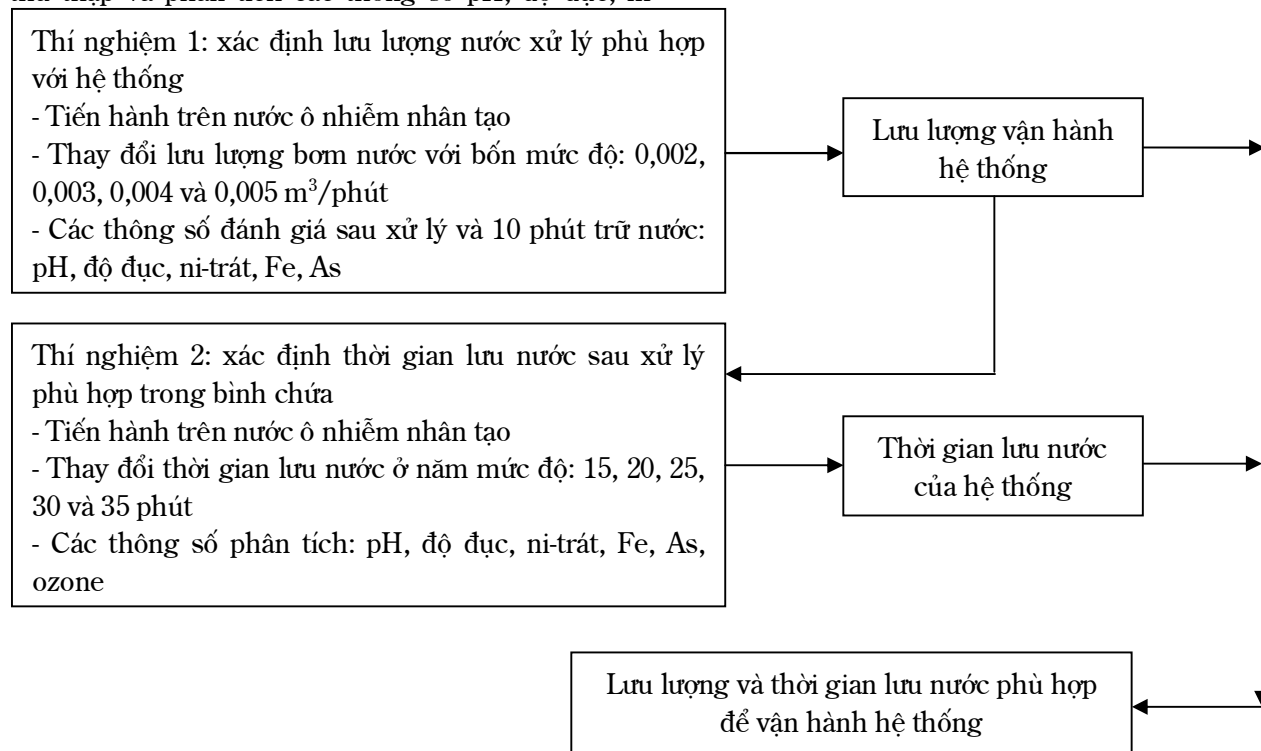
Bảng 3. Phương pháp định lượng các thông số chất lượng nước

Thông số	Phương pháp định lượng
pH	TCVN 6492: 2011 (ISO 10523:2008)
Độ đục	TCVN 6184: 1996 (ISO 7027:1990)
Ni-trát	TCVN 6180: 1996 (ISO 7890-3:1988 (E))
Sắt	TCVN 6177: 1996
Arsen	TCVN 6626: 2000

Trước và sau khi qua cột plasma, mẫu nước được thu thập và phân tích các thông số pH, độ đục, ni-

trát, sắt, arsen theo các phương pháp chuẩn đã quy định.

Kết quả phân tích mẫu nước sau khi xử lý được so sánh với mẫu nước đầu vào để đánh giá hiệu suất xử lý của cột plasma với. Đồng thời so sánh với Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt QCVN 01-1: 2018/BYT để đánh giá hiệu quả của quá trình xử lý. Nghiên cứu này không đánh giá thông số vi sinh vì hiệu quả loại bỏ vi sinh bằng cột lọc plasma đã được nhiều nghiên cứu trước đó xác nhận [7, 8].



Hình 2. Sơ đồ bố trí các thí nghiệm

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xác định lưu lượng nạp phù hợp

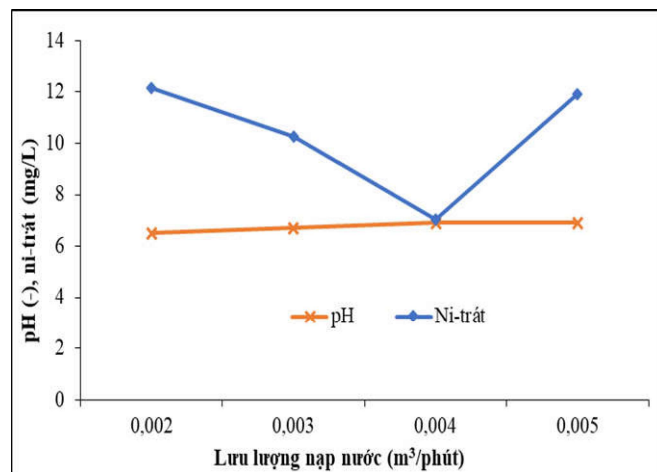
pH đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ozone, do đó ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý nước. Trong thí nghiệm này giá trị pH đầu vào là 6,5, không đổi ở mức lưu lượng 0,002 m³/phút, tăng lên 6,7 ở mức 0,003 m³/phút và tăng đến 6,9 ở mức lưu lượng 0,004

và 0,005 m³/phút. Giá tăng pH tăng không nhiều và nằm trong khoảng cho phép (6,0 - 8,5) của chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt theo QCVN 01-1: 2018/BYT.

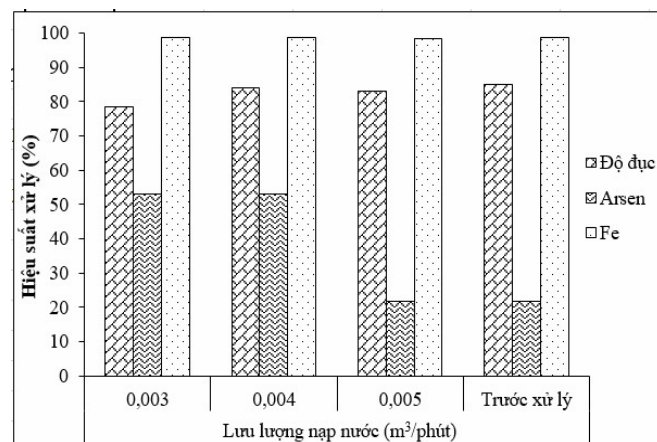
pH cũng là yếu tố chính giúp chuyển đổi As³⁺ thành As⁵⁺, quá trình chuyển đổi này sẽ diễn ra nhanh hơn khi tăng giá trị pH [9]. Tuy nhiên, đối

tượng của nghiên cứu này là nước ngầm dùng cho mục đích sinh hoạt nên nhóm nghiên cứu không tiến hành thí nghiệm tăng pH để đánh giá hiệu quả xử lý của cụm plasma lạnh.

Quá trình xử lý nước bằng plasma lạnh tạo ra phụ phẩm ảnh hưởng đến chất lượng nước là ni-trát [10]. Trong thí nghiệm này, nồng độ ni-trát trong nước sau xử lý cao hơn đầu vào ở các mức lưu lượng 0,002, 0,003 và 0,005 m³/phút. Riêng mức lưu lượng 0,004 m³/phút, nồng độ ni-trát có giảm so với đầu vào nhưng vẫn cao hơn 3,5 lần so với giá trị cho phép (2 mg/L) của chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt theo QCVN 01-1: 2018/BYT.



Hình 3. Diễn biến nồng độ pH và ni-trát trong nước theo lưu lượng nạp



Hình 4. Diễn biến các thông số ô nhiễm ở các lưu lượng nạp khác nhau

Hiệu suất xử lý các thông số ô nhiễm khác trình bày trong hình 4. Khi nước đi qua cột lọc plasma sẽ hình thành kết tủa Fe(OH)₃ kết dính vào các hạt keo, chất rắn lơ lửng và lắng xuống, sau đó bị giữ lại trong cột lọc giúp giảm độ đục của nước. Hiệu suất xử lý độ đục ở mức lưu lượng 0,003 m³/phút (84,1%) tăng cao

hơn mức 0,002 m³/phút (78,5%), sau đó giảm ở mức 0,004 m³/phút (83,1%). Độ đục của nước sau xử lý có giảm nhưng chưa đạt yêu cầu cho phép (2 mg/L) của chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt theo QCVN 01-1: 2018/BYT.

Khi xử lý nước bằng cột plasma lạnh, nồng độ arsen giảm chủ yếu từ quá trình ô-xy hóa As³⁺ dạng hòa tan thành As⁵⁺ dạng kết tủa bởi ozone [11]. Hiệu suất xử lý arsen ghi nhận từ thí nghiệm này khá thấp, chỉ đạt 21,9 - 53,1%. Nồng độ arsen đầu ra của hai mức lưu lượng 0,002 m³/phút và 0,003 m³/phút là cao nhất và tương đương nhau, nhưng vẫn cao gấp đôi giá trị cho phép (0,01 mg/L) của Quy chuẩn QCVN 01-1: 2018/BYT.

Bên cạnh phản ứng ô-xy hóa và độ pH của nước, kim loại nặng trong nước cũng là yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý arsen trong nước ngầm. Hiệu quả loại bỏ arsen phụ thuộc chủ yếu vào nồng độ ban đầu của sắt và arsen trong nước ngầm và cơ chế cộng kết của chúng. Thông thường tỉ lệ Fe : As thích hợp là 20 : 1 với giả thuyết 1 mg Fe có thể loại bỏ 50 µg As, trong điều kiện này hiệu quả loại bỏ arsen có thể đạt được từ 80 - 90%. Một số nguồn nước ngầm có nồng độ sắt thấp sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất loại bỏ arsen, khi đó bổ sung sắt vào nước sẽ diễn ra quá trình cộng kết giữa sắt và arsen giúp loại bỏ arsen hiệu quả hơn. Ngoài ra, hiệu quả loại bỏ arsen giảm khi pH tăng, thêm vào đó khi nồng độ chất hữu cơ tự nhiên, ortho-phosphate và silicat cao cũng làm giảm hiệu quả loại bỏ arsen do chúng cạnh tranh các vị trí hấp phụ của hydroxyt sắt [12].

Tại cột plasma, ozone tạo ra sẽ ô-xy hóa Fe²⁺ thành Fe³⁺ kết tủa dễ dàng lắng và đưa ra ngoài. Với nồng độ sắt đầu vào 3,91 mg/L nằm ở mức ô nhiễm trung bình của một số giếng khoan vùng ĐBSCL [5], hiệu suất xử lý sắt ở tất cả các mức lưu lượng rất cao và ổn định từ 98,3% (lưu lượng nạp nước 0,004 m³/phút) đến 98,8% (lưu lượng nạp nước 0,003 m³/phút). Nồng độ sắt trong nước sau xử lý đều đạt yêu cầu cho phép (0,3 mg/L) của chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt theo QCVN 01-1: 2018/BYT.

Ở các cấp lưu lượng thử nghiệm (2 - 5 L/phút), cột plasma có khả năng xử lý sắt đạt tiêu chuẩn nước cấp cho sinh hoạt, các thông số còn lại chưa đạt. Tuy nhiên, với hiệu suất xử lý cao nhất ghi nhận ở lưu lượng 0,003 m³/phút chứng tỏ cột plasma hoạt động ổn định ở tải nạp này. Do đó, ở thí nghiệm xác định

thời gian lưu nước, chọn mức lưu lượng 0,003 m³/phút tiến hành thí nghiệm.

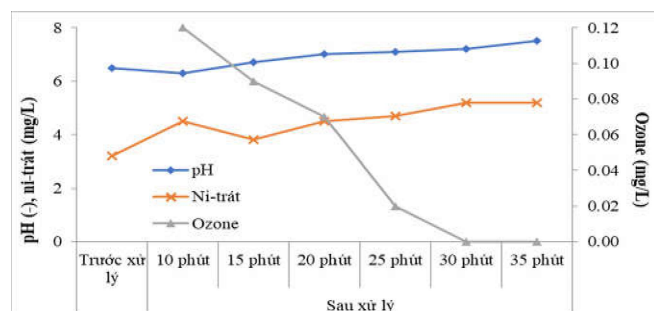
3.2. Thí nghiệm xác định thời gian lưu nước trong bình chứa sau xử lý

Trong thí nghiệm xác định lưu lượng nạp, nước sau xử lý được trữ 10 phút trước khi phân tích để đánh giá hiệu quả xử lý của cột plasma. Tuy nhiên nếu trữ nước trong 10 phút có khả năng chuyển hóa ozone chưa đạt và dư lượng ozone vẫn còn trong nước. Do đó ở thí nghiệm này, 5 mốc thời gian lưu nước khác nhau được chọn để làm thí nghiệm bao gồm: 15, 20, 25, 30 và 35 phút.

Bảng 3. Nồng độ các chỉ tiêu ban đầu của mẫu nước giếng thí nghiệm

Chỉ tiêu	Đơn vị	Thông số ô nhiễm mẫu nước giếng	QCVN 01-1: 2018/BYT
pH	-	6,5	6,0 - 8,5
Ni-trát	mg/L	3,2	2
Độ đục	NTU	39,23	2
Fe	mg/L	4,16	0,3
Arsen	mg/L	0,31	0,01

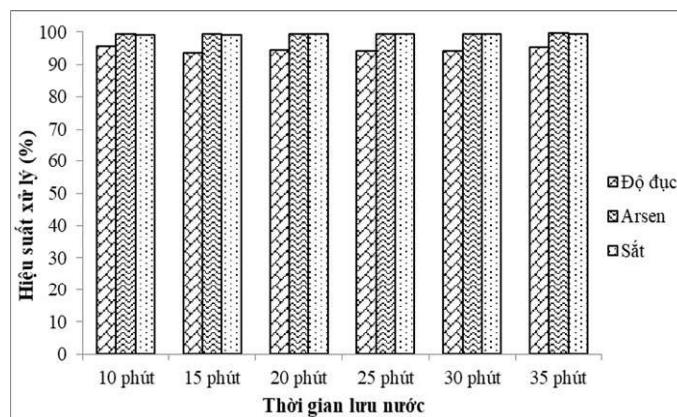
Kết quả phân tích cho thấy, nồng độ ozone của nước sau khi xử lý bằng cột plasma và trữ lại 10 phút là 0,12 mg/L, giá trị này giảm dần còn 0,09 mg/L sau 15 phút trữ, còn 0,07 và 0,02 mg/L sau 20 và 25 phút trữ và không phát hiện sau khi lưu từ 30 phút trở đi. Điều này là do nước sau khi qua cột plasma vẫn còn chứa ozone và các gốc tự do, lượng ozone dư tiếp tục phản ứng với các chất ô nhiễm trong nước và phân hủy theo thời gian. Kết quả này khẳng định sự cần thiết của việc trữ nước lại sau khi qua cột plasma để các phản ứng tiếp tục xảy ra và phân hủy hoàn toàn ozone, tránh dư lượng ozone gây ra những bệnh lý đường hô hấp như: ngứa họng, ho, viêm phế quản, hen suyễn... Thời gian tối ưu để lưu chứa nước sau khi xử lý qua cột plasma có thể chọn 30 phút.



Hình 5. Diễn biến nồng độ pH, ni-trát và ozone trong nước theo thời gian lưu

Giá trị pH trong nước sau xử lý có xu hướng tăng theo thời gian lưu chứa. pH nước sau khi xử lý qua cột plasma và trữ trong 10 phút giảm chút ít nhưng sau đó tăng liên tục đến mức trữ nước 35 phút. Các giá trị ghi nhận đều nằm trong ngưỡng cho phép của QCVN 01-1: 2018/BYT.

Nồng độ ni-trát của mẫu nước sau xử lý tăng so với trước khi thí nghiệm, đồng thời có chiều hướng tăng theo thời gian trữ nước trong bình chứa. Mức chênh lệch về nồng độ ni-trát của các mẫu nước ở các thời gian lưu chứa khác nhau không cao (4,5 - 5,2 mg/L). Tuy nhiên, các giá trị ni-trát ghi nhận vượt ngưỡng cho phép của tiêu chuẩn nước sinh hoạt QCVN 01-1: 2018/BYT.



Hình 6. Hiệu suất xử lý các thông số ô nhiễm trong nước theo thời gian lưu

Hiệu suất xử lý các thông số ô nhiễm khác của mẫu nước thí nghiệm được trình bày trong hình 6. Sau khi xử lý bằng plasma lạnh và trữ 10 phút, độ đục của nước từ 39,23 NTU giảm xuống còn 1,75 NTU (đạt hiệu suất 95,5%). Độ đục của nước có xu hướng tăng lên theo thời gian trữ, đạt mức 2,19 NTU ở 20 phút và 2,37 NTU ở 30 phút trữ nước sau khi xử lý. Tuy nhiên, sau đó độ đục tiếp tục giảm ở thời gian trữ 35 phút với hiệu suất xử lý đạt 95,3%. Điều này có thể do cột lọc bị các chất ô nhiễm bám vào làm giảm hiệu quả xử lý, khi chất ô nhiễm bám đủ dày sẽ bị bong tróc ra và khả năng xử lý được khôi phục.

Hiệu suất xử lý sắt của cột plasma lạnh rất cao đạt từ 99% trở lên. Nồng độ sắt có khuynh hướng giảm theo thời gian lưu nước, tuy nhiên mức giảm không đáng kể. Hiệu quả loại bỏ sắt của phương pháp plasma lạnh không phụ thuộc nhiều vào sự thay đổi của thời gian lưu nước trong bình từ 10 - 35 phút. Tương tự với xử lý sắt, hiệu quả loại bỏ arsen của cột

plasma lạnh không phụ thuộc vào thời gian lưu nước và đạt hiệu suất rất cao > 99,4%.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Cột plasma lạnh có thể sử dụng để xử lý nước ngầm bị ô nhiễm và cho hiệu suất cao đối với các thông số độ đục, sắt, arsen và dư lượng ozone. Chọn liều lượng xử lý của cột plasma ở mức 0,003 m³/phút để đảm bảo lượng nước cung cấp ổn định và bề mặt plasma xuất hiện đầy đủ làm gia tăng hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm. Nước sau xử lý tiếp tục trữ lại ở bồn chứa trong tối thiểu 20 phút để ozone và các gốc hydroxyl tiếp tục phản ứng với các chất ô nhiễm cần loại bỏ nhằm đạt hiệu quả xử lý cao và nước sau xử lý không còn dư lượng của ozone.

Do chi phí đầu tư cho cột plasma khá cao, nên nghiên cứu ứng dụng cụm plasma để xử lý nước cấp sinh hoạt cho một cộng đồng nông thôn để nâng cao tính khả thi về mặt kinh tế.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ plasma lạnh để xử lý nước sinh hoạt và nuôi trồng thủy sản vùng Tây Nam bộ” (KH-CN-TNB.ĐT/14-19/C02) được thực hiện với sự hỗ trợ kinh phí từ Chương trình Tây Nam bộ. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sinh viên Huỳnh Lương Kiều Loan, Tổng Nguyễn Ái Nhi, Nguyễn Lam Sơn, Trần Thanh Trà - lớp Kỹ thuật Môi trường K39, Trường Đại học Cần Thơ đã hỗ trợ thực hiện các thí nghiệm trong nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Pechstein, A., Minderhoud, P. S. J. (2018). *Sụt lún đất và hệ thống nước ngầm tại đồng bằng sông Cửu Long - Hiện trạng và tính bất ổn*. Truy cập tại trang web http://coastal-protection-mekongdelta.com/download/Tools/TOOLS%20CPMD%20Essay%20I%20-%20land%20subsidence_VN.pdf
2. Chính phủ (2018). *Nghị định số 167/2018/NĐ-CP ngày 26/12/2018 Quy định việc hạn chế khai thác nước dưới đất*.
3. Berga, M., Stengela, C., Trang, P. T. K., Viet, P. H., Sampson, M. L., Leng, M., Samreth, S.,

Fredericks, D. (2007). Magnitude of arsenic pollution in the Mekong and Red River Deltas - Cambodia and Vietnam. *Science of the Total Environment* 327: 413.

4. Nguyễn Hữu Chiếm, Lê Hoàng Việt, Huỳnh Long Toàn, Phan Thanh Thuận (2010). *Thiết kế, chế tạo thiết bị xử lý arsenic trong nước dưới đất quy mô nhỏ sử dụng cho vùng nông thôn tỉnh Trà Vinh*. Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh.

5. Lê Hoàng Việt, Nguyễn Hữu Chiếm, Huỳnh Long Toàn, Phan Thanh Thuận (2013). Xử lý nước dưới đất ô nhiễm arsenic quy mô hộ gia đình. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 25a: 36-43.

6. Lê Hoàng Việt, Nguyễn Võ Châu Ngân, Đặng Huỳnh Giao, Nguyễn Văn Dũng (2017). Khảo sát xử lý nước ngầm bằng công nghệ plasma lạnh. *Tạp chí khoa học Trường Đại học Thủ Dầu Một* 3(34) 45-54.

7. Locke, B. R., Sato, M., Sunka, P., Hoffmann, M. R., Chang, J. S. (2006). Electrohydraulic discharge and nonthermal plasma for water treatment. *Ind. Eng. Chem. Res.* 45: 882-905.

8. Malik, M. A., Ghaffar, A., Malik S. A. (2001). Water purification by electrical discharges. *Plasma Sources Sci. Technol.* 10(1) 82-91.

9. Vu, K. B., Kaminski, M. D., Nuñez, L. (2003). *Review of arsenic removal technologies for contaminated groundwaters*. Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois.

10. Kornev, I., Osokin, G., Galanov, A., Yavorovskiy, N., Preis, S. (2013). Formation of nitrite- and nitrate-ions in aqueous solutions treated with pulsed electric discharges. *The Journal of the International Ozone Association* 35(1) 22-30.

11. Johnston, R., Heijnen, H. (2001). Safe water technology for arsenic removal. In: Ahmed, M. F., Ali, M. A. and Adeel, Z. (Ed.), *Technologies for arsenic removal from drinking water*, Bangladesh University of Engineering & Technology and United Nations University, 1-22.

12. US EPA (2005). *Treatment technologies for arsenic removal*. EPA/600/S-05/006.

**STUDYING ON OPERATIONAL PARAMETERS OF COLD PLASMA TO TREAT
GROUNDWATER FOR DOMESTIC USE IN RURAL AREA**

**Le Hoang Viet, Nguyen Cong Thuan,
Nguyen Van Dung, Nguyen Vo Chau Ngan**

Summary

The study aim to survey some operational parameters of the cold plasma for groundwater treatment that could apply to rural area. The plasma system was design to operate in lab scale conditions to treat artificial groundwater. The results showed that the flowrate of water through plasma column and the storage time of treated water could be effects to the treatment efficiency of the system. The result of operating the plasma column with the flowrates of 0.002, 0.003, 0.004, 0.005 m³/min showed that the flowrate higher than 0.003 m³/min could fulfill the water layer that increasing the electric field between the electrodes slot, accumulate the electric power and plasma power. The groundwater treatment efficiencies by plasma column at all treatments were very high, except nitrate trended to increase with higher flowrate but the value still on the range of national technical regulation on domestic water quality. Among the storage time of 15, 20, 25, 30, 35 minutes, the storage time of at least 20 minutes for treated water so that ozone and hydroxyl continue react to contaminant matters, following with the better treatment efficiency and limited the residue of ozone.

Keywords: *Plasma technology, water flowrate, groundwater, hydraulic retention time, polluted water treatment.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Đức

Ngày nhận bài: 8/9/2022

Ngày thông qua phản biện: 10/10/2022

Ngày duyệt đăng: 3/11/2022