

NGHIÊN CỨU XỬ LÝ NƯỚC GIẾNG KHOAN BẰNG PHƯƠNG PHÁP OXY HÓA KẾT HỢP HẤP PHỤ TẠI THÁI NGUYÊN

Dư Ngọc Thành*, Hoàng Quý Nhân

Trường Đại học Nông Lâm - ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Thái Nguyên là tỉnh có nhiều khoáng sản về cả chủng loại lẫn trữ lượng. Nguồn nước dưới đất trên địa bàn tỉnh khá phong phú, được sử dụng nhiều trong sinh hoạt của người dân bản địa. Ở nơi đây, nguồn nước nhiều điểm quan trắc có dấu hiệu bị ô nhiễm kim loại sắt (Fe), mangan (Mn), kẽm (Zn), nước cứng. Những khu vực xa trung tâm thành phố, nguồn nước sinh hoạt của người dân chủ yếu là nước giếng đào và nước giếng khoan. Nghiên cứu được tiến hành nhằm đánh giá và nâng cao hiệu quả xử lý nước giếng đào khi kết hợp phương pháp oxy hóa và hấp phụ bằng một số vật liệu phổ biến trên thị trường như cacbon hoạt tính. Bằng phương pháp thực nghiệm, nghiên cứu được tiến hành với 02 phương pháp thí nghiệm, trên 3 vật liệu hấp phụ, 4 công thức, 3 mức lưu lượng dòng chảy. Kết quả nghiên cứu cho thấy công thức 4 (kết hợp oxy và vật liệu hấp phụ) có hiệu suất xử lý Sắt, Mangan, kẽm, độ cứng cao nhất 84,2 – 97,8%; hiệu quả xử lý tối ưu sau 5 giờ; lưu lượng tối ưu là Q₂ (0,005 lít/giây) và các thông số đánh giá chất lượng nước sinh hoạt thấp hơn rất nhiều so với nước chưa xử lý và QCVN 01:2009/BYT. Đảm bảo chất lượng nước giếng sau xử lý cho ăn uống và sinh hoạt.

Từ khóa: Xử lý, Nước giếng khoan

ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước dưới đất của tỉnh Thái Nguyên có khoảng 1,5 đến 2 tỷ m³, được chứa chủ yếu trong các thành tạo Carbone, trong trầm tích Lục địa nguyên [1]. Theo số liệu thống kê năm 2013, trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên có 143 mỏ khoáng sản được cấp phép khai thác, trong đó có 21 mỏ kim loại như sắt, man gan, kẽm, ti tan, thiếc ... do vậy nguồn nước ngầm ở đây có dấu hiệu bị ô nhiễm kim loại [7].

Xuất phát từ những yêu cầu thực tế, nhóm nghiên cứu tiến hành đánh giá và nâng cao hiệu quả xử lý nước giếng khi kết hợp phương pháp ô-xi hóa [3], với phương pháp hấp phụ bằng một số vật liệu [4], [5]. Thông qua đó lựa chọn vật liệu hấp phụ sẵn có trên thị trường để sử dụng trong mô hình nhằm chuyển giao công nghệ rẻ tiền, phù hợp với điều kiện kinh tế của người dân Việt Nam, đảm bảo nước giếng khoan sau xử lý đạt QCVN 01:2009/BYT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống [6].

NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu

Vật liệu đệm, hấp phụ và oxy hóa: Hạt Xifor, hạt Aluwat - vai trò xúc tác và thúc đẩy quá trình oxy hóa Sắt và Man gan; than hoạt tính – có vai trò hấp phụ cation kim loại; cát thạch anh - để lọc các huyền phù lơ lửng được hình thành do quá trình oxy hóa sắt, man gan; sỏi cuội đệm kỹ thuật giúp cho hệ thống xử lý thoáng.

Dụng cụ thí nghiệm: Máy bơm nước định lưu lượng dòng chảy; bộ Ejector - hút không khí cho quá trình oxy hóa; cột xúc tác – chứa hạt Aluwat xúc tác quá trình oxy hóa; bình chứa hạt xifor – thực hiện phản ứng oxy hóa, kết tủa; bình hấp phụ; bình chứa nước sạch.

Phương pháp

Lấy mẫu nước giếng khoan tại hộ gia đình bà Lưu Thị Tám, xã Khe Mo, huyện Đồng Hỷ (NN1) (21°66'40"N 105°88'75"E) và ông Hoàng Văn Hùng xã Hùng Sơn, huyện Đại Từ (NN2) (21°38'9"N 105°38'17"E), tỉnh Thái Nguyên, nơi có mỏ sắt và đa kim.

Kết quả thí nghiệm được so sánh với QCVN 01:2009/BYT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống.

+ *Phương pháp phân tích:*

Lưu lượng dòng vào được đo bằng phương pháp thực nghiệm

* Tel: 0912 805166, Email: dungocthanh@tuaaf.edu.vn

Bảng 1. Các loại vật liệu đệm, hấp phụ và oxy hóa

TT	Kí hiệu	Loại vật liệu
Vật liệu đệm và hấp phụ		
1	SN	Sỏi có Φ 5 mm đến 10 mm
2	CT	Cát thạch anh 0,5 mm – 1,0 mm
3	THT	Than hoạt tính (gáo dừa)
Vật liệu xúc tác oxy hóa		
4	XF	Hạt xifor
5	AL	Hạt aluwat

Bảng 2. Thứ tự và độ dày của lớp vật liệu trong bình hấp phụ

TT	Thứ tự sắp xếp vật liệu từ dưới lên trong bình hấp phụ	Loại vật liệu	Độ dày (cm)
1	4	CT	5
2	3	THT	30
3	2	CT	10
4	1	SN	10

Một số chỉ tiêu vật lý như: màu sắc, mùi vị được xác định bằng phương pháp trực quan; TDS, EC được đánh giá định tính và sử dụng máy đo đa chỉ tiêu Hanna HI 9828/4 [2].

Các chỉ tiêu hóa học như: pH, TDS, Fe, Mn, Zn và độ cứng được phân tích tại phòng thí nghiệm khoa Môi trường, trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên, đảm bảo TCVN hiện hành.

+ Phương pháp lấy mẫu tại hiện trường: Theo TCVN 6663-1/2011[2]

+ *Phương pháp bố trí thí nghiệm:*

Dạng mô hình: Hình trụ đứng.

Kích thước của mô hình: Thể tích của mỗi bể được tính theo công thức: [5]

$$V = \pi \times (D/2)^2 \times h$$

Thí nghiệm 1 (TN1). Xác định khả năng xử lý nước giếng của các mô hình sử dụng kết hợp hai phương pháp oxy hóa và hấp phụ. Từ đó tìm ra mô hình xử lý tối ưu.

- Các công thức mô hình xử lý trong thí nghiệm 1:

Công thức 1 (CT1) - Nước chưa qua xử lý (đối chứng)

Công thức 2 (CT2) - Nước được xử lý bằng bể oxy hóa

Công thức 3 (CT3) - Nước được xử lý bằng bể hấp phụ

Công thức 4 (CT4) - Nước được xử lý bằng bể oxy hóa + bể hấp phụ

- Điều kiện thí nghiệm:

Mô hình thí nghiệm đã có vật liệu;

Lưu lượng dòng vào ở các công thức là như nhau và được giữ ổn định ở mức $Q_1 = 0,003$ (l/s);

- Bố trí thí nghiệm: mỗi công thức thí nghiệm làm với 3 lần nhắc lại: sau 3 giờ, sau 4 giờ và sau 5 giờ để đánh giá khả năng xử lý của các công thức qua các thời gian khác nhau.

Bể oxy hóa:

Đường kính (D_1) = 0,35 m;

Chiều cao (h_1) = 0,7 m;

Thể tích (V_1): $V_1 = \pi \times (D_1/2)^2 \times h_1 \Rightarrow V_1 = 3,14 \times (0,35/2)^2 \times 0,7 = 0,06 \text{ m}^3$.

Bể hấp phụ:

Đường kính (D_2) = 0,35 m;

Chiều cao (h_2) = 0,8 m;

Thể tích (V_2): $V_2 = \pi \times (D_2/2)^2 \times h_2 \Rightarrow V_2 = 3,14 \times (0,35/2)^2 \times 0,8 = 0,08 \text{ m}^3$.

- Các chỉ tiêu phân tích nước trước và sau khi xử lý: màu sắc, mùi vị, pH, EC, TDS, Fe, Mn, Zn [2].

Thí nghiệm 2 (TN2): Xác định các công thức xử lý nước giếng tối ưu: Từ kết quả của TN1, lựa chọn công thức có hiệu quả xử lý tốt nhất để chạy mô hình với 3 mức lưu lượng tiếp theo là: 0,003 lít/giây, 0,005 lít/giây và 0,016 lít/giây để xác định lưu lượng tối ưu.

- Các công thức trong thí nghiệm 2:

Công thức 1 (Q_1) - Nước được xử lý với $Q_1 = 0,003$ lít/s (thí nghiệm 1)

Công thức 2 (Q2) - Nước được xử lý với $Q_2 = 0,005$ lít/s

Công thức 3 (Q3) - Nước được xử lý với lưu lượng $Q_3 = 0,016$ lít/s

- Điều kiện thí nghiệm:

+ Mô hình sử dụng công thức đã được xác định là tối ưu nhất ở TN1.

+ Chạy mô hình công thức được lựa chọn với 2 mức lưu lượng là $Q_2 = 0,005$ lít/giây và $Q_3 = 0,016$ lít/giây để so sánh với lưu lượng $Q_1 = 0,003$ lít/giây (ở thí nghiệm 1).

- Bố trí thí nghiệm: Chạy mô hình ở hai mức lưu lượng: Q_2 và Q_3 . Để xác định thời gian ở mỗi mức lưu lượng làm với 3 lần nhắc lại là: sau 3 giờ, sau 4 giờ và sau 5 giờ.

- Các chỉ tiêu phân tích: Tiến hành phân tích các chỉ tiêu màu sắc, mùi vị, pH, EC, TDS, Fe, Mn, Zn.

- Thời gian xử lý: Tùy thuộc lưu lượng nước đầu vào.

Lấy mẫu nước sau xử lý ở 2 mức lưu lượng là Q_2 và Q_3 mang đi phân tích và so sánh kết quả với nước đầu vào, nước được xử lý với lưu lượng Q_1 và so sánh với QCVN 01:2009/BYT.

KẾT QUẢ

Môi trường nước giếng khoan sử dụng trong nghiên cứu

Sau khi trộn hai mẫu nước giếng của hai điểm lấy mẫu với nhau, chúng tôi xác định được một số thành phần của nước như bảng 3.

Bảng 3. Một số thành phần trong nước giếng khoan sử dụng trong nghiên cứu

TT	Thông số	Đơn vị	Hàm lượng	QCVN 01:2009/BYT
1	Màu sắc	-	Không màu	-
2	Mùi, vị	-	Không mùi, vị	Không có mùi, vị lạ
3	pH	-	6,60	6,5 – 8,5
4	EC	mS/cm	0,854	-
5	TDS	mg/l	807,0	1000
6	Độ cứng (Theo CaCO_3)	mg/l	368,0	300,0
7	Zn	mg/l	3,8	3,0
8	Fe	mg/l	5,53	0,3
9	Mn	mg/l	0,51	0,3

Bảng 3 cho thấy: Hàm lượng tất cả các ion kim loại đều cao hơn QCVN 01:2009/BYT về chất lượng nước sinh hoạt, như vậy cần tiến hành xử lý kim loại di động trong nguồn nước để phục vụ sinh hoạt nhằm đảm bảo sức khỏe cho người dân.

Nghiên cứu khả năng xử lý nước giếng bằng phương pháp kết hợp oxy hóa và hấp phụ

Khả năng xử lý màu và mùi trong nước của các công thức

Bảng 4. Kết quả xử lý màu và mùi vị trong nước giếng khoan của các công thức

Mô hình	Màu sắc			Mùi vị		
	Sau 3h	Sau 4h	Sau 5h	Sau 3h	Sau 4h	Sau 5h
CT1	Không màu			Không mùi, không vị		
CT2	Vàng nhẹ	Vàng nhẹ	Vàng nhẹ	Hơi tanh Vị hơi lợ	Hơi tanh Vị hơi lợ	Hơi tanh Vị hơi lợ
CT3	K	K	K	K	K	K
CT4	K	K	K	K	K	K
QCVN 01:2009/BYT	-			Không có mùi, vị lạ		

Ghi chú: K- không

Màu sắc, mùi vị của nước được xử lý bằng CT3 (bể hấp phụ) và CT4 (bể oxy hóa + hấp phụ) gần như không thay đổi. Riêng CT2 (bể oxy hóa) nước chuyển từ không màu sang màu vàng nhẹ, có mùi hơi tanh và vị hơi lợ. Nguyên nhân là do quá trình oxy hóa xảy ra mạnh trong bể oxy hóa, làm chuyển hóa Sắt (II) thành dạng kết tủa hydroxit sắt (III), có màu vàng, mùi tanh.

Bảng 5. Kết quả xử lý EC và pH trong nước giếng khoan của các công thức xử lý

Mô hình	EC(mS/cm)			pH		
	Sau 3 giờ	sau 4 giờ	sau 5 giờ	Sau 3 giờ	sau 4 giờ	sau 5 giờ
CT1		0,63			6,10	
CT2	0,26	0,25	0,22	6,38	6,38	6,50
CT3	0,49	0,43	0,41	6,36	6,36	6,36
CT4	0,09	0,06	0,04	6,55	6,50	6,50
QCVN 01:2009/BYT		-			6,5 – 8,5	

Kết quả từ bảng 5 cho thấy:

Chỉ tiêu pH: Tăng không đáng kể, trong đó CT2, CT4 có hiệu quả xử lý tốt nhất, pH nước tăng từ 6,1 lên 6,5. Lý do là bề oxy hóa có chứa hạt aluwat và hạt xifor, đây là 2 loại vật liệu vừa có tác dụng oxy hóa vừa nâng pH trong nước.

Chỉ tiêu EC (độ dẫn điện): mô hình CT4 có EC giảm đáng kể từ 0,63 mS/cm xuống 0,04 mS/cm sau 5 giờ, chứng tỏ lượng các chất kim loại di động trong nước giảm nhiều do bị hấp phụ bởi các vật liệu trong mô hình này.

Bảng 6. Hiệu suất xử lý Độ cứng trong nước giếng khoan của các công thức

Mô hình	Sau 3 giờ		sau 4 giờ		sau 5 giờ	
	số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)
CT1	368	0	368	0	368	0
CT2	335	9,0	326	11,4	310	15,8
CT3	285	22,6	239	35,1	186	49,5
CT4	156	57,6	128	65,2	58	84,2
QCVN 01:2009/BYT			300			

Khả năng xử lý Độ cứng của 3 công thức CT2, CT3, CT4 sau 5 giờ là tốt nhất, trong đó mô hình CT4 có hiệu suất lớn nhất (84,2%), đạt QCVN 01:2009/BYT.

Bảng 7. Hiệu suất xử lý Kẽm trong nước giếng khoan của các công thức

Mô hình	Sau 3 giờ		Sau 4 giờ		Sau 5 giờ	
	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)
CT1	3,8	0	3,8	0	3,8	0
CT2	3,5	7,9	2,8	26,3	1,9	50,0
CT3	2,3	39,5	1,6	57,9	0,9	76,3
CT4	1,2	68,4	0,8	78,9	0,3	92,1
QCVN 01:2009/BYT			3,0			

Khả năng xử lý Kẽm của 3 mô hình CT2, CT3, CT4 sau 5 giờ là tốt nhất, trong đó mô hình CT4 có hiệu suất lớn nhất (92,1%), đạt QCVN 01:2009/BYT.

Bảng 8. Hiệu suất xử lý Sắt trong nước giếng khoan của các công thức

Mô hình	Sau 3 giờ		Sau 4 giờ		Sau 5 giờ	
	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)
CT1	5,53	0	5,53	0	5,53	0
CT2	2,88	47,9	1,08	80,5	0,9	83,7
CT3	3,56	35,6	2,78	49,7	1,63	70,5
CT4	0,58	89,5	0,28	94,9	0,12	97,8
QCVN 01:2009/BYT			0,3			

Bảng 9. Hiệu suất xử lý Mangan trong nước giếng khoan của các công thức

Mô hình	Sau 3 giờ		Sau 4 giờ		Sau 5 giờ	
	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)	Số lượng (mg/l)	Hiệu suất (%)
CT1	0,51	0	0,51	0	0,51	0
CT2	0,34	33,3	0,27	47,1	0,16	68,6
CT3	0,43	15,7	0,35	31,4	0,28	45,1
CT4	0,21	58,8	0,16	68,6	0,08	84,3
QCVN 01:2009/BYT				0,3		

Hiệu quả xử lý sắt của 3 mô hình CT2, CT3, CT4 là khá cao, tuy nhiên chỉ có CT4 (hệ thống gồm 2 bể: bể oxy hóa và bể hấp phụ) đạt QCVN 01:2009/BYT. Hiệu suất xử lý sau 5 giờ là tốt nhất đạt 97,8%. Hiệu suất xử lý Mangan của CT23, CT3, CT4 khá cao, từ 45,1 đến 84,3%, hiệu suất cao nhất là sau 5 giờ.

Các thông số Sắt, Mangan, Kẽm, Độ cứng sau khi xử lý qua mô hình CT4 đều thấp hơn rất nhiều so với nước chưa xử lý và QCVN 01:2009/BYT - có thể sử dụng tốt cho ăn uống và sinh hoạt.

Xác định lưu lượng dòng chảy tối ưu

Chạy mô hình CT4 - **Nước được xử lý bằng bể oxy hóa + bể hấp phụ** với lưu lượng thay đổi ở 3 mức là: $Q_1 = 0,003$ (l/s); $Q_2 = 0,005$ (l/s) và $Q_3 = 0,016$ (l/s). Sau khi chạy xong mô hình với lưu lượng Q_1 , rồi chạy Q_2 , và cuối cùng tiến hành chạy mô hình với lưu lượng Q_3 .

Kết quả cho thấy, lưu lượng dòng chảy có khả năng xử lý nước giếng đạt hiệu quả tốt nhất là $Q_1 = 78,21 - 99,54\%$ (sau 5 giờ). Công thức dòng chảy có khả năng xử lý nước giếng đạt công suất tốt nhất là $Q_3 = 0,016$ (lít/giây) hay 57,6 (lít/giờ).

Hiệu quả xử lý của Q_1 là tốt nhất, nhưng công suất nhỏ do đó không đạt hiệu quả kinh tế. Công suất của Q_3 là tốt nhất, nhưng hiệu quả xử lý không quá cao, hàm lượng Sắt sau xử lý vẫn chưa đạt tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 01:2009/BYT. Hiệu quả xử lý của Q_2 thấp hơn Q_1 và công suất của Q_2 thấp hơn Q_3 nhưng không đáng kể, nước sau khi xử lý của Q_2 thấp hơn rất nhiều so với QCVN 01:2009/BYT, đảm bảo cho ăn uống và sinh

hoạt. Hơn nữa, lưu lượng dòng Q_2 đảm bảo sự cân bằng về chất và lượng của hai lưu lượng dòng chảy trên trên. Do đó, lưu lượng dòng tối ưu nhất trong xử lý nước giếng là $Q_2 = 0,005$ lít/giây, được thí nghiệm trên mô hình CT4.

KẾT LUẬN

Qua quá trình nghiên cứu, chúng tôi đi đến một số kết luận sau:

- + Công thức có khả năng xử lý nước tốt nhất là mô hình CT4 (hệ thống gồm 2 bể: bể oxy hóa và bể hấp phụ). Nước giếng sau xử lý đạt QCVN 01:2009/BYT.
- + Hiệu quả xử lý sau 5 giờ là cao nhất.
- + Hiệu quả xử lý nước giếng ở Q_2 là tối ưu nhất, với nồng độ các chất sau xử lý thấp hơn rất nhiều so với QCVN 01:2009/BYT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Công Bút (2017), Thành phần hóa học, các tính chất vật lý chủ yếu của nước dưới đất và đánh giá chất lượng nước theo mục đích sử dụng, Báo cáo ĐTM, Thái Nguyên;
2. Trần Đức Hạ, Trần Thị Hiền Hoa, Nguyễn Quốc Hòa, Trần công Khánh, Trần Thị Việt Nga, Lê Thị Hiền Thảo (2011), Cơ sở hóa và vi sinh vật học trong xử lý môi trường, Nxb Giáo dục Hà Nội.
3. Trần Đức Hạ (2013), Giáo trình Cơ sở kỹ thuật môi trường, Nxb Giáo dục Hà Nội
4. Hoàng Huệ (2005), Xử lý nước thải, Nxb Xây dựng Hà Nội
5. Dur Ngọc Thành (2016), Giáo trình Công nghệ môi trường, Trường Đại học Nông Lâm Thái Nguyên, Nxb ĐH Thái Nguyên;
6. Nguyễn Thị Thu Thủy (2009), Xử lý nước cấp sinh hoạt và công nghiệp, Nxb Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
7. <https://www.thiennhien.net/thai-nguyen-khai-thac-khoang-san>

ABSTRACT

STUDY OF WELL-WATER TREATMENT BY OXIDATION METHOD WITH ADSORPTION MATERIAL IN THAI NGUYEN PROVINCE**Du Ngoc Thanh*, Hoang Quy Nhan***University of Agriculture and Forestry - TNU*

Thai Nguyen is a province with many minerals in terms of reserves. Underground water in the province is many rich, used in many activities of indigenous people. In this area, many water sources of monitoring points are contaminated with iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn), hard water. In areas far from the city center, people's water supply is mainly water from dug wells and well water. The research was conducted to evaluate and improve the efficiency of well water treatment by combining oxidation and adsorption with some materials in the market such as activated carbon. By empirical method, the study was conducted with 02 experimental methods, 3 materials, 4 formulas and 3 flow rates. Research results show that formula 4 (combination of oxygen and adsorbent) has the highest efficiency of processing iron, manganese, zinc, 84,2 – 97,8%; effective after 5 hours; the optimal flow is Q5 (0.005 liters / second) and the parameters are much lower than that of untreated water and National Technical Regulation (QCVN)) 01:2009/BYT. Ensure well water quality after treatment for food and daily life.

Key words: *Treatment, well water*

Ngày nhận bài: 19/9/2018; Ngày hoàn thiện: 14/11/2018; Ngày duyệt đăng: 30/11/2018

* Tel: 0912 805166, Email: dungocthanh@tuaaf.edu.vn