

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG QUÁ TRÌNH OXY HÓA NÂNG CAO ĐỂ XÂY DỰNG QUY TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI TẠI TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM THỰC HÀNH TRƯỜNG ĐẠI HỌC PHÚ YÊN

Trương Minh Trí*, Nguyễn Tô Quốc Chung, Nguyễn Thị Xuân Quý

Trường Đại học Xây dựng Miền Trung

*Email: truongminhtri@muce.edu.vn

Ngày nhận bài: 08/7/2019; Ngày chấp nhận đăng: 05/9/2019

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, quá trình oxy hóa nâng cao của hệ Fenton và hệ Catazon được khảo sát để xây dựng quy trình xử lý nước thải tại Trung tâm Thí nghiệm thực hành - Trường Đại học Phú Yên. Các thông số khảo sát gồm pH, hàm lượng phen Fe^{2+} , H_2O_2 , tỷ lệ $\text{Fe}^{2+}/\text{Al}^{3+}$, O_3 , tốc độ khuấy. Các kết quả khảo sát tối ưu được lựa chọn và áp dụng trong việc xây dựng quy trình công nghệ xử lý nước thải tại Trung tâm Thí nghiệm thực hành, Trường Đại học Phú Yên.

Từ khóa: Hệ oxy hóa Fenton, hệ oxy hóa Catazon, hệ thống xử lý nước thải, trung tâm thí nghiệm thực hành.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cùng với sự phát triển về quy mô đào tạo tại Trường Đại học Phú Yên, nước thải tại Trung tâm Thí nghiệm Thực hành của Trường thường tiêu thụ các loại dung môi, hoá chất khoảng 5-10 lít/tháng [1-2]. Nước thải chứa rất nhiều thành phần ô nhiễm khác nhau phát sinh từ các hóa chất thí nghiệm và những nguồn cần thí nghiệm. Nước thải này phát sinh từ quá trình rửa dụng cụ thí nghiệm, lưu lượng nước thải tuy không lớn nhưng thành phần ô nhiễm thì rất phức tạp và khả năng gây ô nhiễm cục bộ lớn [3]; khi không được thu gom và xử lý trước khi thải ra môi trường sẽ dễ gây phân tán trong nguồn cống thải và ô nhiễm nguồn nước ngầm (nếu cho tự thấm), về lâu dài sẽ gây ô nhiễm nguồn tiếp nhận tại các khu cộng đồng dân cư [4, 5]. Do vậy nước thải này cần được xử lý triệt để trước khi thải ra môi trường. Do có độc tính cao, việc xử lý loại bỏ chất thải nguy hại ra khỏi nước thải thí nghiệm là một trong những vấn đề trọng yếu nhằm đảm bảo sức khỏe cộng đồng và hướng đến phát triển bền vững [6].

Hầu hết nước thải từ các trung tâm thí nghiệm thực hành (TTTNTH) đều chứa nhiều chất thải nguy hại có khả năng gây ô nhiễm môi trường và hệ sinh thái. Nồng độ một số chất hữu cơ và vô cơ trong nước thải cao hơn nhiều lần so với giá trị giới hạn của QCVN hiện hành (QCVN 40:2011/BTNMT) thường được áp dụng quản lý và kiểm soát chất lượng nước thải công nghiệp, khu chế xuất, cơ sở sản xuất, sử dụng hóa chất [7].

Nghiên cứu này, giới thiệu một số kết quả khảo sát hệ Fenton và hệ Catazon bằng phương pháp oxy hóa nâng cao; đánh giá hiệu quả xử lý nước thải Phòng thí nghiệm bằng hệ Fenton và Catazon bằng việc khảo sát các yếu tố ảnh hưởng của pH, liều lượng xúc tác,... tới phân hủy COD, độ màu [8].

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dụng cụ và hóa chất thí nghiệm

Các thiết bị sử dụng trong nghiên cứu gồm: Máy đo pH PHS-550, máy tạo khí ozone (Ozonemaxx OM-Z2): (2 g/giờ), máy khuấy từ có gia nhiệt Joan Lab HS-12 - Đài Loan, máy lắc ngang Jeiotech - Hàn quốc: tốc độ lắc 5-100 vòng/phút, máy quang phổ UV Vis- labomed, USA, bộ thiết bị đo DO và 4 chỉ tiêu nước (WQC-22A - Nhật bản), COD (HANNA HI83214-02), BOD (Thiết bị phân tích BOD 10 vị trí VELP, model: BOD sensor system 10).

Dụng cụ thủy tinh sử dụng trong thí nghiệm được làm sạch bằng cách ngâm trong HNO_3 10% trong 12 giờ và rửa sạch nhiều lần bằng nước khử khoáng trước khi sử dụng.

Hóa chất sử dụng gồm: dung dịch H_2O_2 30%, dung dịch H_2SO_4 đậm đặc, NaOH, ZnSO_4 , I_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, PAC, PE, FAS, KHP, phèn sắt, phèn nhôm - được cung cấp bởi hãng Merck (Đức). Nước sử dụng trong thí nghiệm được lọc bằng máy cất nước tự động 2 lần (LASNI IDO 4D - Ấn Độ).

Nước thải được lấy từ Trung tâm Thí nghiệm Thực hành - Trường Đại học Phú Yên.

2.2. Phương pháp thực nghiệm PTN

Các phương pháp khảo sát đánh giá khả năng phản ứng của hệ Fenton và Catazon được xây dựng trên cơ sở tổng hợp các nguồn tài liệu [5-12]. Kết quả khảo sát là cơ sở để đề xuất quy trình thiết kế, thi công và vận hành hệ thống xử lý nước thải tại trung tâm thí nghiệm thực hành Trường Đại học Phú Yên.

Bảng 1. Kết quả đánh giá thông số ô nhiễm đặc trưng của nước thải Trung tâm Thí nghiệm Thực hành

Thông số ô nhiễm đặc trưng			QCVN 40:2011/BTNMT (Cột A)	QCVN 14:2008/BTNMT (Cột A)
pH	Trước xử lý	7,72	6 - 9	5 - 9
TSS (mg/L)	Trước xử lý	356 ± 8	50	50
TDS (mg/L)	Trước xử lý	910 ± 12	500	500
BOD_5 (mgO_2/L)	Trước xử lý	462 ± 9	30	30
COD (mgO_2/L)	Trước xử lý	821 ± 11	75	--
Nitrat (NO_3^-) (mg/L)	Trước xử lý	$19,0 \pm 0,95$	--	30
Photphat (PO_4^{3-}) (mg/L)	Trước xử lý	$14,0 \pm 0,6$	--	3000
T.coliforms (MPN/100mL)	Trước xử lý	kphđ	5	3000
Độ màu (Pt - Co)		1160 ± 24	70	

Theo các thông số ở Bảng 1, tất cả các chỉ tiêu của nước thải đầu vào của TTTNTH đều vượt ngưỡng QCVN 40:2011/BTNMT (B) cho nước thải công nghiệp. Chỉ tiêu COD, BOD gấp trên 10 lần so với tiêu chuẩn.

2.2.1. Thí nghiệm khảo sát hiệu quả xử lý của hệ Fenton

Khảo sát sự ảnh hưởng của pH: Chuẩn bị 6 cốc loại 500 mL, lần lượt đánh số thứ tự từ 1-6. Thứ tự cho 250 mL nước thải vào mỗi cốc. Tiếp tục cho lần lượt 6 mL Fe^{2+} ; điều chỉnh giá trị pH 2-4,5. Cho tiếp 2 mL H_2O_2 và 5 mL PE nồng độ 0,3%. Sau đó đặt trên máy lắc ngang trong 5 phút, tiếp tục cho vào máy khuấy từ (tốc độ 25 vòng/phút), khuấy trong 25 phút. Tiến hành tương tự cho mẫu trắng. Sau 03 lần thí nghiệm. Kết quả: xác định được giá trị pH tối ưu.

Khảo sát ảnh hưởng của lượng Fe^{2+} đến quá trình Fenton: Chuẩn bị 6 cốc loại 500 mL, lần lượt đánh số thứ tự từ 1-6. Thứ tự cho 250 mL nước thải vào mỗi cốc. Tiếp tục cho 2, 4, 6, 8, 10 và 12 mL Fe^{2+} vào lần lượt 6 cốc trên; điều chỉnh giá trị pH 3,0; thêm 2 mL H_2O_2 và 5 mL PE 0,3% vào lần lượt 6 cốc. Sau đó đặt trên máy lắc ngang trong 5 phút, tiếp tục cho vào máy khuấy từ (tốc độ 25 vòng/phút), khuấy trong 25 phút. Tiến hành tương tự cho mẫu trắng. Sau 03 lần thí nghiệm. Kết quả: xác định được hàm lượng Fe^{2+} tối ưu.

Khảo sát lượng H_2O_2 cho quá trình Fenton: Chuẩn bị 6 cốc loại 500 mL, lần lượt đánh số thứ tự từ 1-6. Thứ tự cho 250 mL nước thải vào mỗi cốc. Tiếp tục cho lần lượt 6,5 mL Fe^{2+} vào từng cốc trên; điều chỉnh giá trị pH 3,0; thêm lần lượt 0,5; 1; 2; 3; 4 và 6 mL H_2O_2 vào 6 cốc trên và 5 mL PE nồng độ 0,3% vào lần lượt mỗi cốc. Sau đó đặt trên máy lắc ngang trong 5 phút, tiếp tục cho vào máy khuấy từ (tốc độ 25 vòng/phút), khuấy trong 25 phút. Tiến hành tương tự cho mẫu trắng. Sau 3 lần thí nghiệm, xác định được hàm lượng H_2O_2 tối ưu.

2.2.2. Thí nghiệm khảo sát hiệu quả xử lý của hệ Catazon

Khảo sát sự ảnh hưởng của pH: Chuẩn bị 6 cốc loại 500 mL, lần lượt đánh số thứ tự từ 1-6. Lần lượt cho 250 mL nước thải vào mỗi cốc. Tiếp tục cho lần lượt 6 mL Fe^{2+} ; 4 mL Al^{3+} . Điều chỉnh pH (bởi dung dịch NaOH 2%) ở 6 cốc lần lượt là pH 4; 5; 6,5; 7,5; 8 và 8,5. Sục khí ozon trong thời gian 20 phút: trên máy lắc ngang trong 5 phút và máy khuấy từ (tốc độ 25 vòng/phút) trong 15 phút. Tiến hành tương tự cho mẫu trắng. Thực hiện thí nghiệm 03 lần. Kết quả: xác định được giá trị pH tối ưu.

Khảo sát ảnh hưởng của lượng Fe^{2+} đến quá trình Catazon: Chuẩn bị 6 cốc loại 500 mL, lần lượt đánh số thứ tự từ 1-6. Lần lượt cho 250 mL nước thải vào mỗi cốc. Cho vào mỗi cốc 4 mL Al^{3+} ; Tiếp tục cho lần lượt 2, 3, 4, 5, 6 và 8 mL Fe^{2+} vào 6 cốc trên; điều chỉnh giá trị pH 8,0 bằng dung dịch NaOH 2%. Sục khí ozon trong thời gian 20 phút: trên máy lắc ngang trong 5 phút và máy khuấy từ (tốc độ 25 vòng/phút) trong 15 phút. Tiến hành tương tự cho mẫu trắng. Thực hiện thí nghiệm 03 lần. Kết quả: xác định được hàm lượng Fe^{2+} tối ưu.

Khảo sát tỷ lệ phèn $\text{Fe}^{2+}/\text{Al}^{3+}$ tối ưu: Chuẩn bị 6 cốc loại 500 mL, lần lượt đánh số thứ tự từ 1-6. Lần lượt cho 250 mL nước thải vào mỗi cốc. Cho vào mỗi cốc 5 mL Fe^{3+} ; Tiếp tục cho lần lượt V mL Al^{3+} vào 6 cốc trên (theo các tỷ lệ $\text{Fe}^{2+}/\text{Al}^{3+} = 2.5; 1.7; 1.3; 1; 0.8; 0.7$); điều chỉnh giá trị pH 8,0 bởi dung dịch NaOH 2%. Sục khí ozon trong thời gian 20 phút: trên máy lắc ngang trong 5 phút và 15 phút bởi máy khuấy từ (tốc độ 25 vòng/phút). Tiến hành tương tự cho mẫu trắng. Thực hiện thí nghiệm 03 lần. Kết quả xác định được tỷ lệ $\text{Fe}^{2+}/\text{Al}^{3+}$ tối ưu (y mL Fe^{2+} , x mL Al^{3+}).

Khảo sát sự ảnh hưởng của thời gian sục khí: Chuẩn bị 6 cốc loại 500 mL, lần lượt đánh số thứ tự từ 1-6. Lần lượt cho 250 mL nước thải vào mỗi cốc. Cho vào mỗi cốc 5 mL Al^{3+} , 5 mL Fe^{2+} vào 6 cốc trên; điều chỉnh giá trị pH 8,0; Sục khí ozon trong thời gian 10-60 phút: trên máy lắc ngang trong 5 phút và máy khuấy từ trong 5-55 phút (tốc độ 25 vòng/phút). Tiến hành tương tự cho mẫu trắng. Thực hiện thí nghiệm 03 lần. Kết quả xác định được thời gian sục khí tối ưu.

Khảo sát sự ảnh hưởng của tốc độ khuấy: Chuẩn bị 6 cốc loại 500 mL, lần lượt đánh số thứ tự từ 1-6. Lần lượt cho 250 mL nước thải vào mỗi cốc. Cho vào mỗi cốc 5 mL Al^{3+} , 5 mL Fe^{2+} vào 6 cốc trên; điều chỉnh giá trị pH 8,0; sục khí ozon trong thời gian 5 phút trên máy lắc ngang và trong 40 phút trong máy khuấy từ (thay đổi tốc độ khuấy: 15; 20; 25; 30; 40; 50 vòng/phút). Tiến hành tương tự cho mẫu trắng. Thực hiện thí nghiệm 03 lần. Kết quả xác định được tốc độ khuấy tối ưu.

Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng PAC 10%: Chuẩn bị 6 cốc loại 500 mL, lần lượt đánh số thứ tự từ 1-6. Lần lượt cho 250 mL nước thải vào mỗi cốc. Cho vào mỗi cốc x mL Al^{3+} , y mL Fe^{2+} , điều chỉnh giá trị pH 8. Cho tiếp dung dịch PAC 10% vào từng cốc theo thứ tự: 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2; 2,5 mL. Sau đó sục khí ozon trong thời gian 5 phút, tiếp tục cho vào máy khuấy từ (tốc độ 40 vòng/phút) trong thời gian 40 phút. Tiến hành tương tự cho mẫu trắng. Thực hiện thí nghiệm 03 lần. Kết quả: xác định được hàm lượng PAC tối ưu.

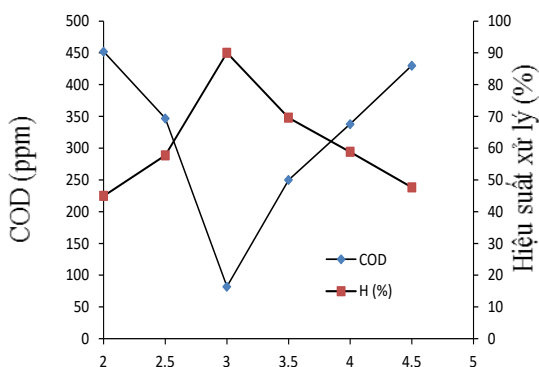
Từ kết quả thí nghiệm 250 mL nước thải tại phòng thí nghiệm đã được tính toán và áp dụng cho 10 m³ nước thải của Hệ thống xử lý nước thải Trường Đại học Phú Yên bằng mô hình thực tế:



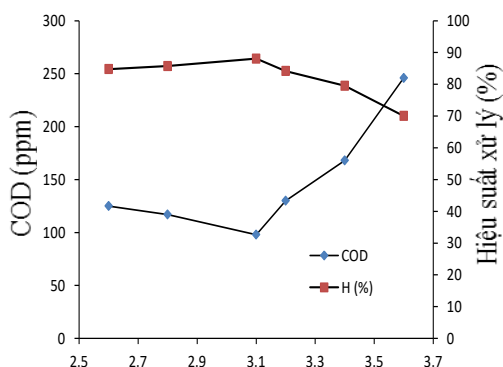
Hình 1. Hệ thống xử lý nước thải Trường Đại học Phú Yên

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Oxy hóa nâng cao bằng phương pháp Fenton



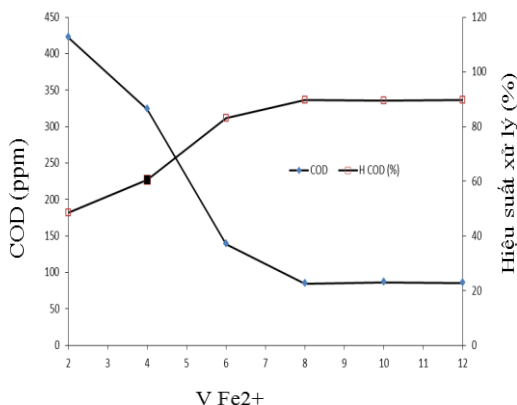
Hình 2. Mối liên hệ giữa pH với hiệu suất xử lý COD quá trình Fenton



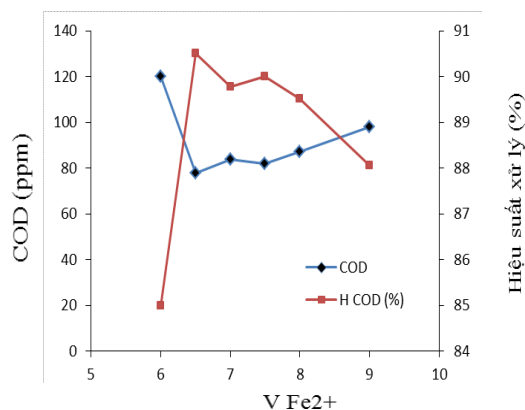
Hình 3. Mối liên hệ giữa pH tối ưu với hiệu suất xử lý COD quá trình Fenton

Từ kết quả thu được thông qua khảo sát mối liên hệ giữa pH với hiệu suất xử lý COD đạt giá trị cao nhất khi pH 3 (Hình 2). Tiếp tục khảo sát pH tối ưu quanh giá trị pH 3 (Hình 3), cho kết quả: Khi pH 3,1 thì hiệu suất xử lý COD đạt 88,06%. Cũng từ kết quả thực

nghiệm, do hiệu suất xử lý độ màu đã ổn định ($H_{Pt-Co} = 94,22\%$) tại pH 3,4. Khi đó hiệu suất xử lý COD lại giảm ($H_{COD} = 79,54\%$). Vì vậy, ta chọn giá trị pH 3,4 là tối ưu để thực hiện quá trình khử độ màu. Kết quả trên cho thấy khi pH khoảng 3-4, dạng Fe^{2+} thuận lợi cho phản ứng hydroxyl tự do $\cdot OH$; khi pH thấp hay cao hơn khoảng trên thì OH^- hay H^+ dư sẽ là chất tì diệt gốc $\cdot OH$. Ở giá trị pH cao sẽ xảy ra kết tủa feric hydrat oxyhydroxit $Fe_2O_3.nH_2O$. Để tránh việc tạo kết tủa có thể cho các phối tử có khả năng tạo phức với $Fe(III)$ và $Fe(III)$ sẽ tồn tại ở dạng hòa tan khi giá trị pH cao.

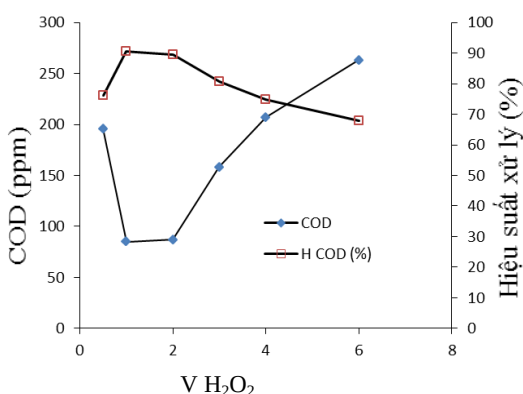


Hình 4. Mối liên hệ giữa thể tích Fe^{2+} với hiệu suất xử lý COD quá trình Fenton

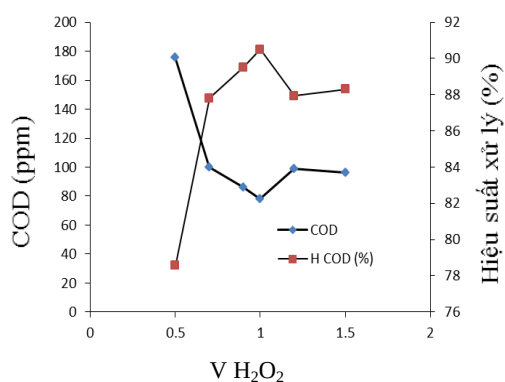


Hình 5. Mối liên hệ giữa thể tích Fe^{2+} tối ưu với hiệu suất xử lý COD quá trình Fenton

Kết quả khảo sát mối liên hệ giữa thể tích Fe^{2+} với hiệu suất xử lý COD (Hình 4 và 5) cho thấy, khi lượng phèn sử dụng khoảng 6,5 mL (Hình 5) thì hiệu suất xử lý COD tối ưu đạt 90,50%. Từ đó cho thấy hiệu suất xử lý COD không tăng thêm nữa dù cho thêm lượng phèn. Kết quả trên cho thấy: phèn sắt khi cho vào nước phân ly thành Fe^{2+} và bị thủy phân thành $Fe(OH)_2$ theo phương trình: $Fe^{2+} + 2H_2O = Fe(OH)_2 + 2H^+$. Sau thời gian nâng pH lên 7-8 xảy ra quá trình kết tủa của Fe^{3+} tạo thành $Fe(OH)_3$ kết tủa lắng xuống. Khi lượng phèn cho vào ít, các ion Fe^{2+} sinh ra không đủ để làm vai trò xúc tác, nên số lượng gốc $\cdot OH$ sinh ra ít không đủ để oxy hóa các hợp chất hữu cơ nên COD cao, nước vẫn đục. Vì vậy, chọn lượng phèn tối ưu cho quá trình xử lý nước thải là 6,5 mL.



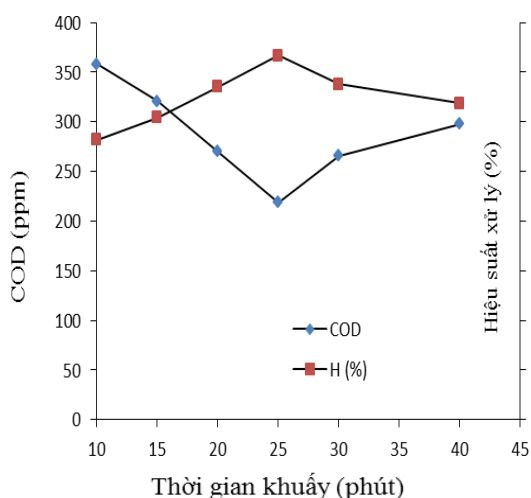
Hình 6. Mối liên hệ giữa thể tích H_2O_2 với hiệu suất xử lý COD quá trình Fenton



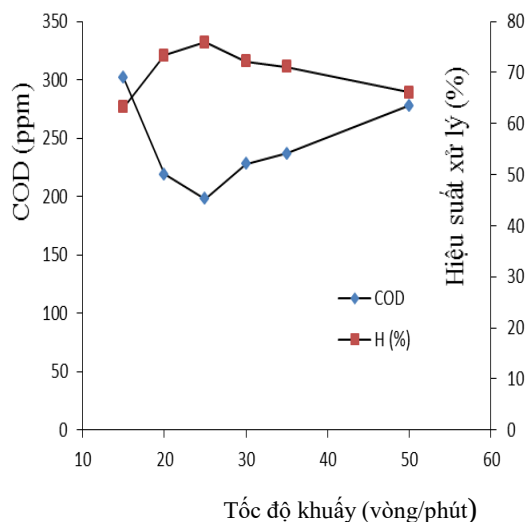
Hình 7. Mối liên hệ giữa thể tích H_2O_2 tối ưu với hiệu suất xử lý COD quá trình Fenton

Từ kết quả thí nghiệm cho thấy, hiệu suất xử lý độ màu cao nhất khi sử dụng H_2O_2 là 1 mL. Điều này có thể giải thích: khi lượng H_2O_2 ít thì gốc $\cdot OH$ sinh ra ít, giá trị COD sau xử lý giảm là do khi cho phèn vào sẽ xảy ra keo tụ làm cho nước trong. Mặc khác, H_2O_2 trong môi trường axit là chất oxy hóa nhưng sử dụng nhiều dẫn đến dư sau phản ứng khi

nâng pH lên 7-8 thì lại trở thành chất khử và làm tăng COD. Dẫn đến kết quả, khi sử dụng quá nhiều H_2O_2 thì lượng COD đo được càng cao.



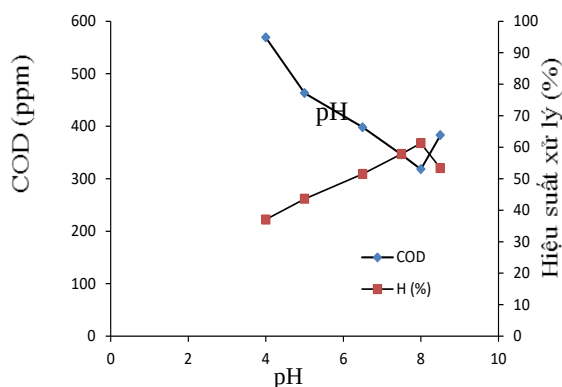
Hình 8. Mối liên hệ giữa thời gian khuấy với hiệu suất xử lý COD quá trình Fenton



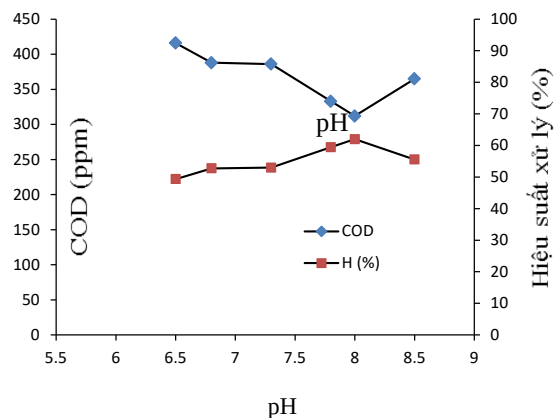
Hình 9. Mối liên hệ giữa tốc độ khuấy với hiệu suất xử lý COD quá trình Fenton

Hiệu suất xử lý COD đạt giá trị cao nhất khi thời gian khuấy là 25 phút và tốc độ khuấy là 25 vòng/phút.

3.2. Oxy hóa nâng cao bằng phương pháp Catazon

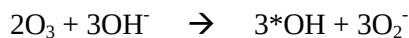


Hình 10. Mối liên hệ giữa pH với hiệu suất xử lý COD quá trình Catazon

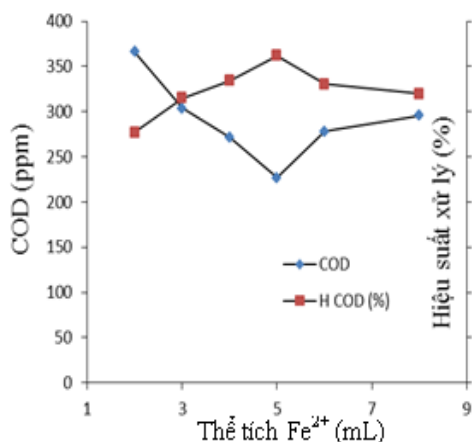
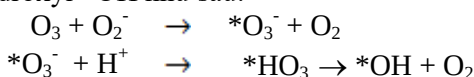


Hình 11. Mối liên hệ giữa pH tối ưu với hiệu suất xử lý COD quá trình Catazon

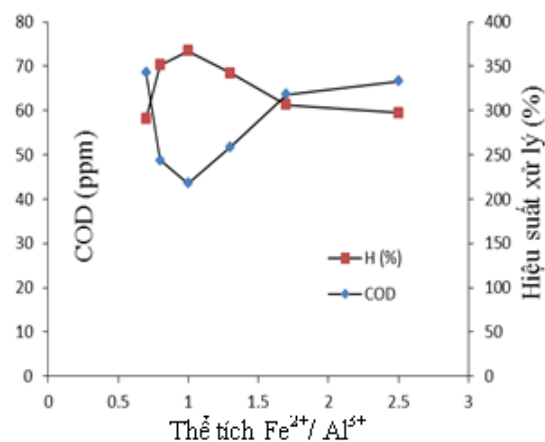
Từ kết quả khảo sát về ảnh hưởng của pH đối với hiệu suất xử lý COD (Hình 9) cho thấy, khả năng xử lý nước thải đạt hiệu suất cao nhất khi giá trị pH 8. Tiếp tục khảo sát quanh giá trị pH 6,5-8,5, cho thấy hiệu suất xử lý COD đạt giá trị cao nhất khi pH 8 (Hình 11). Lúc này giá trị COD của nước thải còn lại là 312 mg/L, hiệu suất xử lý đạt 61,99%. So với Fenton thì quá trình Catazon bông cặn hình thành mịn hơn, khó lắng hơn. Thực hiện phản ứng ozon hóa với môi trường kiềm (pH 8) có tác dụng nâng cao đáng kể khả năng oxy hóa của ozon. Nguyên nhân, vì trong môi trường pH cao phản ứng giữa ion hydroxit (OH^-) và ozon dẫn đến sự hình thành gốc anion superoxit (O_2^-) và gốc hydroxyl (*HO_2):



Bằng phản ứng giữa ozon và gốc anion superoxit, gốc anion ozonit, $\cdot\text{OH}$. Kết quả là phân tử ozon tạo ra gốc hydroxyl $\cdot\text{OH}$ như sau:

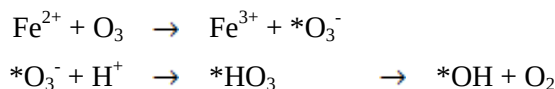


Hình 12. Mối liên hệ giữa thể tích Fe^{2+} với hiệu suất xử lý COD của quá trình Catazon



Hình 13. Mối liên hệ giữa tỷ lệ phèn sắt/phèn nhôm với hiệu suất xử lý COD của quá trình Catazon

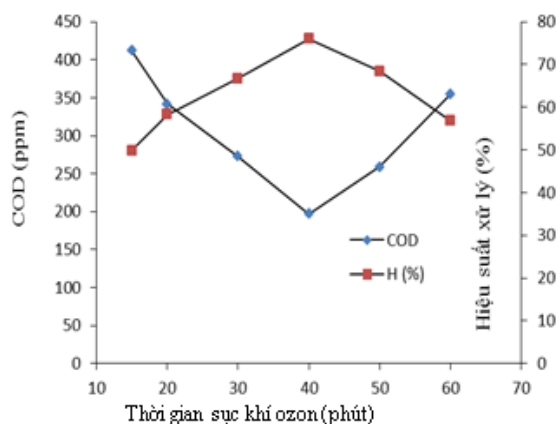
Từ kết quả khảo sát (Hình 12) cho thấy hiệu quả xử lý đạt cao nhất khi lượng phèn sắt sử dụng khoảng 5 mL, hiệu quả xử lý COD đạt được là 72,35%. Quá trình phân hủy ozon với chất xúc tác đồng thể Fe^{2+} ($\text{Fe}^{2+}/\text{O}_3$) có sự chuyển electron từ kim loại đã bị khử sang phân tử ozon, tạo thành Fe^{3+} và gốc $\cdot\text{O}_3$, kế tiếp là tạo thành gốc $\cdot\text{OH}$ theo cơ chế như sau:



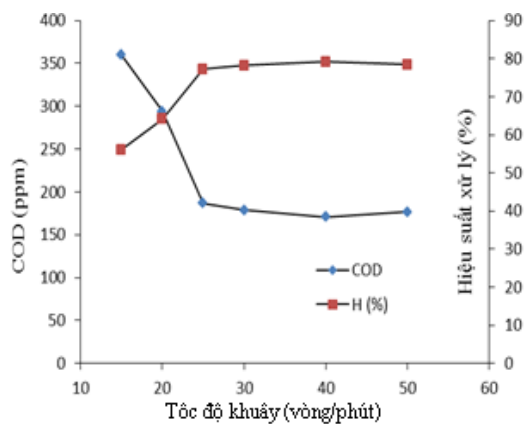
Khi cho phèn vào hợp lý sẽ là chất xúc tác để sinh ra nhiều nhất gốc $\cdot\text{OH}$ tăng khả năng oxy hóa các chất hữu cơ, làm giảm COD trong nước thải.

Kết quả khảo sát ta (Hình 13) cho thấy, tỷ lệ tối ưu này là 1:1. Khi tỷ lệ sử dụng của 2 loại phèn là 1:1 thì hiệu quả xử lý COD đạt 73.45%. Phèn nhôm khi cho vào giúp cho màu của nước tốt hơn. Phèn sắt thì keo tụ tốt với bông cặn to, nặng gấp 1,5 lần phèn nhôm nên dễ lắng. Trong điều kiện dùng kết hợp phèn sắt và phèn nhôm ở pH kiềm đạt hiệu quả xử lý độ màu rất tốt. Kết hợp ưu điểm của cả 2 loại phèn để đạt hiệu quả xử lý cao nhất.

Từ kết quả thực nghiệm (Hình 14), khi khảo sát thời gian sục khí ozon, cho thấy: Trong 15 phút đầu tiên, quá trình oxy hóa diễn ra nhanh do việc tạo thành các gốc $\cdot\text{OH}$ nhanh, chỉ trong 10 phút mà đã có hơn 50% các chất bị oxy hóa. Sau đó quá trình xảy ra chậm hơn do chất hữu cơ trong thời điểm này ở dạng khó phân hủy, quá trình đạt hiệu quả cao nhất sau 45 phút. Nếu tiến hành sục khí trong khoảng thời gian 60 phút hiệu quả xử lý COD giảm đi. Khi sục khí ozon với thời gian quá lâu các bông cặn sau khi đã có xu hướng lắng xuống sẽ bị các bọt khí kéo lên và hệ huyền phù bền vững trở lại nên nước sẽ trở lại màu đục. Khí ozon sau khi hòa tan vào nước, trong thời gian lắng cũng sẽ phân hủy thành oxy nguyên tử và O_2 , khí oxy sinh ra này sẽ lôi kéo các bông cặn lên làm ảnh hưởng đến kết quả đo độ màu cũng như COD. Kết quả trình bày ở Hình 15 cho thấy, khi tốc độ khuấy đạt từ 40 vòng/phút thì hiệu suất phản ứng đạt giá trị cao nhất. Vì vậy, nhóm tác giả chọn tốc độ vòng là 40 vòng/phút để thực hiện chung quy trình xử lý thải.



Hình 14. Mối liên hệ giữa thời gian sục khí ozon với hiệu suất xử lý COD của quá trình Catazon



Hình 15. Mối liên hệ giữa tốc độ khuấy với hiệu suất xử lý COD của quá trình Catazon

3.3. Áp dụng thực tế

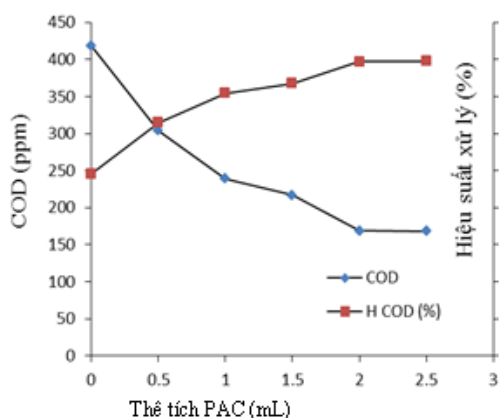
Áp dụng 02 phương pháp Fenton và Catazon để xử lý nước thải tại Trung tâm Thí nghiệm Thực hành - Trường Đại học Phú Yên ở quy mô Phòng thí nghiệm cho kết quả như sau:

Bảng 2. Kết quả khảo sát một số chỉ tiêu nước thải theo 02 phương pháp Fenton và Catazon

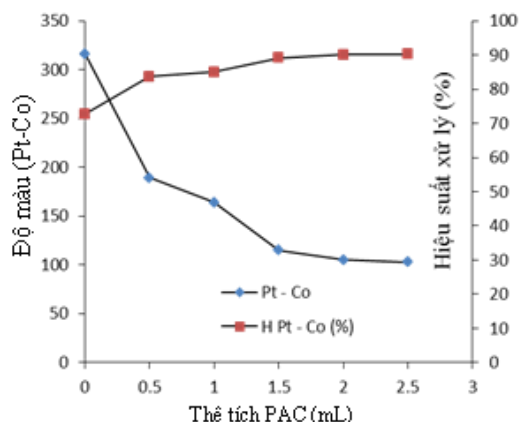
Thông số	Tình trạng	Fenton	(H%) Fenton	Catazon	(H%) Catazon
pH	Trước xử lý	7,72		7,72	
	Sau xử lý	7,01		7,01	
TSS (mg/L)	Trước xử lý	356 ± 8	93,62	356 ± 8	92,05
	Sau xử lý	22,7 ± 0,6		28,3 ± 0,7	
TDS (mg/L)	Trước xử lý	910 ± 12	69,23	910 ± 12	64,84
	Sau xử lý	280 ± 7		320 ± 7	
BOD ₅ (mgO ₂ /L)	Trước xử lý	462 ± 9	93,07	462 ± 9	95,89
	Sau xử lý	32,0 ± 0,7		19,0 ± 0,95	
COD (mgO ₂ /L)	Trước xử lý	821 ± 11	92,20	821 ± 11	96,10
	Sau xử lý	64,0 ± 3		32,0 ± 0,7	
Nitrat (NO ₃ ⁻) (mg/L)	Trước xử lý	19,0 ± 0,95	65,79	19,0 ± 0,95	78,84
	Sau xử lý	6,50 ± 8		4,02 ± 0,18	
Photphat (PO ₄ ³⁻) (mg/L)	Trước xử lý	14,0 ± 0,6	66,43	14,0 ± 0,6	88,93
	Sau xử lý	4,70 ± 0,15		1,55 ± 0,05	
Độ màu (Pt – Co)	Trước xử lý	1160 ± 24	91,03	1160 ± 24	91,98
	Sau xử lý	104 ± 3		93 ± 3	
	Sau xử lý	KPH		KPH	

Kết quả cho thấy, hiệu suất xử lý của toàn bộ hệ thống theo Catazon hiệu quả hơn theo Fenton đối với các chỉ tiêu BOD₅, COD, nitrat, photphat,...(Bảng 2). Vì vậy, nhóm tác giả lựa chọn phương pháp Catazon để khảo sát ảnh hưởng của chất trợ lắng PAC (poly

aluminium clorit) đối với hiệu suất xử lý COD. Các chỉ tiêu sau xử lý đều đạt loại B, QCVN 40:2011/BTNMT (B).



Hình 16. Mối liên hệ giữa thể tích PAC với hiệu suất xử lý COD - quá trình Catazon

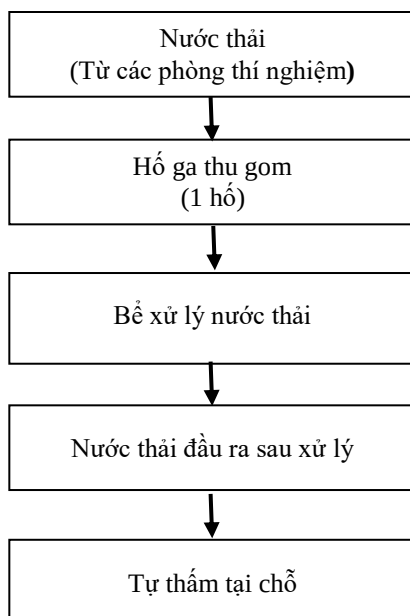


Hình 17. Mối liên hệ giữa thể tích PAC với hiệu suất xử lý độ màu quá trình Catazon

Giá trị tối ưu khi dùng PAC 10% là 2 mL. Khi tăng hàm lượng PAC thì hiệu suất phản ứng tăng không đáng kể. Vì vậy, nhóm tác giả chọn 2 mL PAC 10% để thực hiện quy trình xử lý thải.

4. ĐỀ XUẤT QUY TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI TẠI TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM THỰC HÀNH ĐẠI HỌC PHÚ YÊN

Quy trình công nghệ của hệ thống mạng lưới thoát nước thải và xử lý nước thải của Trung tâm Thí nghiệm Thực hành - Trường Đại học Phú Yên được thể hiện theo sơ đồ tổng quát như sau (Hình 18):



Hình 18. Sơ đồ tổng quát hệ thống xử lý nước thải

5. KẾT LUẬN

Kết quả khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình oxy hóa nâng cao (theo Fenton và Catazon) để tìm ra những thông số tối ưu như sau:

- Quy trình Fenton: Khi xử lý 250 mL nước thải cho kết quả: giá trị pH tối ưu: pH 3,1; Giá trị phenol tối ưu: $V_{Fe^{2+}} 10\% = 6,5$ mL; giá trị H_2O_2 30% tối ưu: $V_{H_2O_2} = 1$ mL; thời gian khuấy: 25 phút; tốc độ khuấy: 25 vòng/phút. Hiệu suất chung của nước thải: COD là 92,20%, TSS đạt 93,62%, độ màu lên đến 91,03%.

- Quy trình Catazon: Khi xử lý 250 mL nước thải cho kết quả: giá trị pH tối ưu: pH 8; tỷ lệ phenol tối ưu: 1:1 (5 mL $Fe^{2+} 10\%/5$ mL $Al^{3+} 10\%$); thời gian sục khí ozon tối ưu: 45 phút; tốc độ khuấy tối ưu: 40 vòng/phút; hàm lượng PAC 10% tối ưu: 2 mL. Hiệu suất chung của nước thải: COD là 96,10%, TSS đạt 92,05%, độ màu lên đến 91,98%.

- Các chỉ tiêu sau xử lý đều đạt loại B, QCVN 40:2011/BTNMT (B). Tuy nhiên, nhóm tác giả áp dụng phương pháp Catazon để áp dụng vào thực tiễn: thiết kế, thi công và vận hành hệ thống xử lý nước thải tại Trung tâm Thí nghiệm Thực hành, Trường Đại học Phú Yên. Kết quả quy trình lắp đặt và vận hành Hệ thống xử lý nước thải tại Trung tâm Thí nghiệm Thực hành, Trường Đại học Phú Yên đã được công bố trên trang tin Khoa học Công nghệ (Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Phú Yên) số 2/2019.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trường Đại học Phú Yên - Dự án đầu tư, nâng cấp, mở rộng Trường Đại học Phú Yên tháng 8/2008.
2. Quyết định số 468/QĐ-BDD&CN ngày 03/10/2016 của Ban QLDA Đầu tư xây dựng các công trình dân dụng và công nghiệp Tỉnh Phú Yên V/v Phê duyệt dự toán gói thầu 01BH (đợt 1) Dự án: Đầu tư, bổ sung hoàn thiện cơ sở vật chất Trường Đại học Phú Yên.
3. Trần Đức Hạ - Cơ sở hóa học quá trình xử lý nước cấp và nước thải, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội (2002).
4. Trần Đức Hạ - Xử lý nước thải đô thị, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội (2006).
5. Lâm Minh Triết - Kỹ thuật môi trường, NXB Đại học Quốc gia TP. HCM (2015).
6. Lâm Minh Triết - Tính toán thiết kế công trình xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp, NXB Đại học Quốc gia TP. HCM (2008).
7. TCVN 51-1984: Thoát nước - Mạng lưới bên ngoài và công trình - Tiêu chuẩn thiết kế.
8. Trần Mạnh Trí, Trần Mạnh Trung - Các quá trình oxy hoá nâng cao trong xử lý nước và nước thải, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội (2006).
9. Cheryan Munirb - Ultrafiltration and microfiltration handbook, 2nd edition, CRC Press, Florida (1998).
10. USEPA - Handbook on advanced photochemical oxidation processes APO EPA/625/R-01/004, USEPA, December 1998.
11. Balmer M.E, Sulzberger B. - Atrazine degradation in irradiated iron/oxalate systems: effects of pH and oxalate, Environmental Science & Technology **33** (14) (1999) 2418-2424.
12. Bruce E. Rittmann, Perry L. McCarty - Environmental biotechnology: Principles and applications, McGraw-Hill, New York (2001).

ABSTRACT

STUDY OF THE ADVANCED OXIDATION PROCESSES (AOPs) FOR WASTEWATER TREATMENT OF THE PRACTICE AND TESTING CENTER - PHU YEN UNIVERSITY

Truong Minh Tri*, Nguyen To Quoc Chung, Nguyen Thi Xuan Quy
Mien Trung University of Civil Engineering
*Email: truongminhtri@muce.edu.vn

In this study, advanced oxidation processes *esp.* Fenton and Catazon systems were studied for upgrading wastewater treatment process of the experimental center at Phu Yen University. The parameters such as pH, Fe^{2+} , H_2O_2 dose, ratio of $\text{Fe}^{2+}/\text{Al}^{3+}$, O_3 , stirring agitation were investigated in this research. The optimal results were applied to develop technological processes for treatment of wastewater of the experimental center - Phu Yen University.

Keywords: Fenton system, Catazon system, experimental center, wastewater treatment.