

XÁC ĐỊNH TỶ LỆ TỐI ƯU $Fe^{2+}:H_2O_2$ CỦA HỆ FENTON TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI DỆT NHUỘM

● NGUYỄN THỊ THU HIỀN - TRẦN NGỌC BẢO LUÂN - TRẦN THỊ KIM HỒNG

TÓM TẮT:

Nghiên cứu cho thấy tỷ lệ mol tối ưu về $Fe^{2+}:H_2O_2$ dao động trong khoảng nhỏ $(0,7:10) \div (1:10)$ khi nước thải dệt nhuộm sau cụm bể Aerotank và bể lắng có trị số màu dao động từ $150 \div 250$ Pt-Co. Đối với mẫu nước thải dệt nhuộm sau sinh học còn lẫn bùn hoạt tính trong nước thải và có độ màu lên tới 481 Pt-Co thì tỷ lệ mol tối ưu này tăng lên khá cao $(0,4:10)$ trong cùng điều kiện pH tối ưu khoảng 3,0.

Từ khóa: hệ Fenton, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, H_2O_2 , nước thải dệt nhuộm, xử lý nước thải, dệt may.

1. Đặt vấn đề

Công nghiệp dệt may là một ngành đã phát triển từ rất lâu đời trên thế giới. Ở Việt Nam, ngành công nghiệp này cũng đã có bề dày trên 100 năm phát triển. Cùng với nhu cầu càng cao và đa dạng của xã hội về trang phục, ngành công nghiệp dệt nhuộm, may mặc ở Việt Nam đã và đang phát triển mạnh, trở thành ngành công nghiệp mũi nhọn của đất nước với kim ngạch xuất khẩu rất cao năm 2022 đạt hơn 41 tỷ USD, tăng 14% so với cùng kỳ 2021. Đồng thời ngành cũng là nguồn cung ứng công ăn việc làm cho rất nhiều lao động.

Theo xu hướng của thời đại, khi đã đạt được một mức độ phát triển nhất định về kinh tế con người sẽ chuyển sang quan tâm đến môi trường xung quanh. Để đảm bảo sự phát triển bền vững của ngành công nghiệp này ngoài việc cải thiện và đổi mới công nghệ sản xuất còn cần lưu ý kiểm soát, giảm thiểu cũng như xử lý các dòng thải.

Hiện nay, hầu hết các nhà máy dệt nhuộm lớn

đều sử dụng các công đoạn xử lý sinh học bằng quá trình bùn hoạt tính. Tuy nhiên, việc đảm bảo nước thải đầu ra thỏa mãn các yêu cầu của các Quy chuẩn Việt Nam đang hiện hành, nhất là giá trị cho phép về độ màu vẫn chưa thực hiện được. Vì thế, việc nghiên cứu để tìm ra các biện pháp xử lý bổ sung thích hợp sau công đoạn xử lý sinh học là một việc làm cần thiết để nâng cao hiệu quả xử lý nước thải dệt nhuộm đảm bảo các tiêu chuẩn xả thải và bảo vệ môi trường sinh thái.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu, hóa chất và thiết bị

Đối tượng nghiên cứu là nước thải dệt nhuộm được lấy sau cụm bể sinh học (Aerotank + lắng) theo kiểu lấy mẫu tổ hợp từ 2 Công ty TNHH Dệt may Thái Tuấn và Công ty Liên doanh Dệt Sài Gòn Joubo. Mỗi Công ty lấy ngẫu nhiên 3 mẫu tại các thời điểm khác nhau trong quá trình nghiên cứu. (Bảng 1)

Nghiên cứu quá trình được tiến hành trên mô

Bảng 1. Giá trị pH và độ màu đầu vào của các mẫu trong nghiên cứu

Mẫu	Kí hiệu mẫu	Thông số đầu vào của mẫu thử nghiệm	
		pH	Độ màu, Pt - Co
Công ty TNHH Dệt may Thái Tuấn	T1	7,39	233
	T2	7,87	481
	T3	8,0	158
Công ty Liên doanh Dệt Sài Gòn Joubo	S1	8,2	222
	S2	8,21	226
	S3	8,15	202

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

hình Jarrest. Mẫu thí nghiệm được đựng trong các cốc thủy tinh 1000ml. Hệ thống cánh khuấy có thể chỉnh được tốc độ vòng quay. (Hình 1)

Hóa chất sử dụng: H_2SO_4 10%, NaOH 10%; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 10%, H_2O_2 10% và polymer 1%

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm xác định tỉ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ tối ưu được thông qua 2 bước là xác định nồng độ Fe^{2+}

phù hợp với một nồng độ H_2O_2 nhất định và kiểm tra lại nồng độ H_2O_2 với lượng Fe^{2+} vừa tìm được. Tỷ lệ này đảm bảo khả năng sinh gốc hydroxyl (OH^*) và điều kiện hoạt động của gốc này đạt hiệu quả tốt nhất.

2.3. Phương pháp xác định các thông số thực nghiệm

Phương pháp xác định các thông số thực nghiệm được trình bày tóm tắt như Bảng 2.

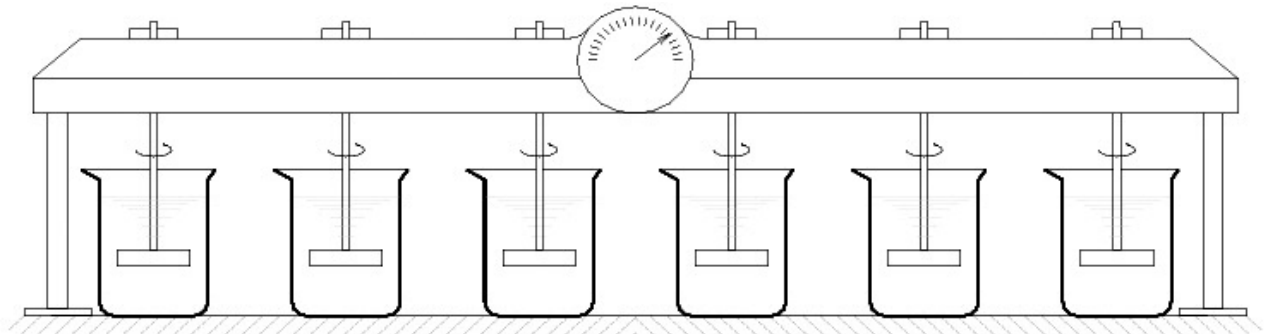
3. Kết quả và thảo luận

Trước khi đi vào nghiên cứu, các mẫu nước thải đã được xác định giá trị pH tối ưu thông qua việc cố định lượng $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ là 300 mg/l và thay đổi lượng H_2O_2 cho từng mẫu, thay đổi pH của hỗn hợp nước thải. Kết quả được trình bày trong Bảng 3.

Từ kết quả của Bảng 3 cho thấy đối với nước thải dệt nhuộm từ 2 Công ty TNHH Dệt may Thái Tuấn và Công ty Liên doanh Dệt Sài Gòn Joubo thì pH tối ưu để diễn ra phản ứng của hệ Fenton dao động 2,9 - 3,2. Trong khoảng này hiệu quả xử lý màu của hệ là tốt nhất.

Điều chỉnh giá trị pH tối ưu vừa tìm được để xác định tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ tối ưu. Đối với 3 mẫu nước

Hình 1: Mô hình Jarrest



Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Bảng 2. Phương pháp xác định các thông số thí nghiệm

Chỉ tiêu	Nguyên tắc	Phương pháp	Thiết bị sử dụng	Tiêu chuẩn qui định
pH	Chuẩn độ kế	pH meter	pH 211 S424960 Hanna	TCVN 4559:1988
Độ màu	Quang sắc kế	Standard methods – Color 2120 C. Spectrophotometric Method	DR2010™ UV-Vis, Hach	TCVN 4558:1988
H_2O_2	Oxh bằng Iod	Chuẩn độ Iodine	-	-

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Bảng 3. Giá trị pH tối ưu đối với các mẫu nước thải nghiên cứu

Mẫu	Nồng độ H_2O_2	Nồng độ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	pH tối ưu
T1	300 mg/l	300 mg/l	3,00
T2	100 mg/l	300 mg/l	3,20
T3	200 mg/l	300 mg/l	3,10
S1	300 mg/l	300 mg/l	3,00
S2	400 mg/l	300 mg/l	3,00
S3	200 mg/l	300 mg/l	2,90

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

thải của Công ty TNHH Dệt may Thái Tuấn cho kết quả trong Bảng 4, 5, 6.

Trong mẫu T1 khi cố định lượng H_2O_2 là 300 mg/l thì lượng phèn $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ tối ưu là 350 mg/l (độ màu nước thải sau quá trình 21 Pt - Co). Khi kiểm tra lại nồng độ H_2O_2 ở lượng phèn $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 350 mg/l, nồng độ H_2O_2 giảm xuống còn 240 mg/l. Tỷ lệ mol $Fe^{2+}:H_2O_2$ tối ưu

là 1:10. Tương tự mẫu T1, mẫu T3 cũng cho tỷ lệ mol $Fe^{2+}:H_2O_2$ tối ưu là 1:10 với lượng phèn $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ tối ưu là 400 mg/l và lượng H_2O_2 tối ưu là 380 mg/l. Mẫu T2 khi lấy mẫu do hoạt động của cụm bể sinh học aerotank + lắng hoạt động không tốt, mẫu có chứa bùn nên tỷ lệ mol $Fe^{2+}:H_2O_2$ tối ưu là 0,4:10 tương ứng với lượng phèn $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ tối ưu là 150 mg/l và lượng H_2O_2 tối ưu là 400 mg/l. So với mẫu T1 và T3, lượng H_2O_2 sau khi thử lại cao hơn so với điều kiện ban đầu.

Đối với 3 mẫu nước thải của Công ty Dệt nhuộm Joubo cho kết quả trong Bảng 7, 8, 9.

Tương tự như mẫu của Công ty TNHH Dệt may Thái Tuấn, mẫu S1 cũng cho tỷ lệ mol $Fe^{2+}:H_2O_2$ tối ưu là 1:10 (điều kiện 350 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O/L$; 360mg H_2O_2/L). Riêng 2 mẫu S2, S3 cho tỷ lệ mol $Fe^{2+}:H_2O_2$ tối ưu cao hơn lần lượt là 0,9:10 (điều kiện 300 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O/L$; 400mg H_2O_2/L) và 0,7:10 (điều kiện 200 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O/L$; 340mg H_2O_2/L). Lượng H_2O_2 tối ưu dùng cho mẫu S2, S3 cũng tăng lên sau khi

Bảng 4. Kết quả khảo sát tỷ lệ mol $Fe^{2+}:H_2O_2$ cho mẫu T1

Xác định nồng độ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ phù hợp với điều kiện 300mg H_2O_2/L								
$FeSO_4 \cdot 7H_2O, mg/L$	50	100	150	200	250	300	350	400
Độ Màu, Pt-Co	99	76	49	56	36	40	21	56
Kiểm tra lại nồng độ H_2O_2 trong điều kiện 350mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O/L$								
$H_2O_2, mg/L$	60	120	180	240	300	360	420	
Độ Màu, Pt-Co	47	58	39	34	40	42	58	
Điều kiện TN: pH=3,00 Tỷ lệ mol $Fe^{2+}:H_2O_2$ tối ưu 1:10								

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Bảng 5. Kết quả khảo sát tỷ lệ mol $Fe^{2+}:H_2O_2$ cho mẫu T2

Xác định nồng độ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ phù hợp với điều kiện 100mg H_2O_2/L												
$FeSO_4 \cdot 7H_2O, mg/L$	50	100	150	200	300	400	500	600				
Độ Màu, Pt-Co	126	110	104	109	125	124	125	139				
Kiểm tra lại nồng độ H_2O_2 trong điều kiện 150mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O/L$												
$H_2O_2, mg/L$	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480
Độ Màu, Pt-Co	180	122	87	74	58	51	56	55	52	48	65	59
Điều kiện TN: pH=3,20 Tỷ lệ mol $Fe^{2+}:H_2O_2$ tối ưu 0,4:10												

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Bảng 6. Kết quả khảo sát tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ cho mẫu T3

Xác định nồng độ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ phù hợp với điều kiện $200\text{mgH}_2\text{O}_2/\text{L}$										
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, mg/L	100	200	250	300	350	400	450	500	600	
Độ Màu, Pt-Co	116	91	88	80	77	70	84	90	91	
Kiểm tra lại nồng độ H_2O_2 trong điều kiện $400\text{mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}/\text{L}$										
H_2O_2 , mg/L	40	140	180	240	260	300	320	360	380	400
Độ Màu, Pt-Co	141	137	132	114	99	89	82	77	59	78
Điều kiện TN: pH=3,20 Tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ tối ưu 0,4:10										

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Bảng 7. Kết quả khảo sát tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ cho mẫu S1

Xác định nồng độ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ phù hợp với điều kiện $300\text{mgH}_2\text{O}_2/\text{L}$										
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, mg/L	50	150	200	250	300	350	400			
Độ màu, Pt-Co	54	33	38	31	27	30	34			
Kiểm tra lại nồng độ H_2O_2 trong điều kiện $300\text{mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}/\text{L}$										
H_2O_2 , mg/L	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
Độ màu, Pt-Co	110	96	78	66	65	63	60	50	54	45
Điều kiện TN: pH=3,00 Tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ tối ưu 0,9:10										

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Bảng 8. Kết quả khảo sát tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ cho mẫu S2

Xác định nồng độ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ phù hợp với điều kiện $400\text{mgH}_2\text{O}_2/\text{L}$										
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, mg/L	50	100	150	300	350	400	450	500	550	600
Độ Màu, Pt-Co	79	66	60	57	52	72	89	99	96	80
Kiểm tra lại nồng độ H_2O_2 trong điều kiện $350\text{mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}/\text{L}$										
H_2O_2 , mg/L	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480
Độ Màu, Pt-Co	150	108	127	97	98	96	64	71	75	83
Điều kiện TN: pH=3,00 Tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ tối ưu 1:10										

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Bảng 9. Kết quả khảo sát tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ cho mẫu S3

Xác định nồng độ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ phù hợp với điều kiện $200\text{mgH}_2\text{O}_2/\text{L}$										
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, mg/L	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
Độ Màu, m Pt-Co	104	85	73	78	87	89	95	100	105	110
Kiểm tra lại nồng độ H_2O_2 trong điều kiện $200\text{mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}/\text{L}$										
H_2O_2 , mg/L	120	160	200	220	240	280	320	340	360	380
Độ Màu, Pt-Co	157	145	131	124	102	75	48	33	39	61
Điều kiện TN: pH=2,90 Tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ tối ưu 0,7:10										

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

kiểm tra lại ứng với lượng phèn tối ưu vừa tìm được. Đồng thời, mẫu S2, S3 cũng có chứa một lượng cặn bùn khi lấy mẫu.

Từ kết quả trên, cho thấy với nước thải Thái Tuấn tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ tối ưu trung bình là (0,8:10) và với nước thải Sài Gòn Joubo là (0,9:10). Tỷ lệ chung về tỷ lệ hóa chất cần dùng cho nước thải đã qua xử lý sinh học của nước thải dệt nhuộm khoảng $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ (mol) là (0,7:10). Ngoài ra thành phần nước thải cũng ảnh hưởng lớn đến tỷ lệ tối ưu này. Điển hình khi nước thải có lẫn bùn hoạt tính, hay còn nhiều tạp chất có

khả năng phân hủy sinh học, lượng H_2O_2 cần sử dụng cho phản ứng nhiều hơn so với bình thường và bùn sinh ra từ quy trình xử lý cũng nhiều hơn.

3. Kết luận, kiến nghị

Trong nghiên cứu này, đã xác định được tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ tối ưu cho nước thải của cả 2 công ty là 1:10 với độ màu ban đầu của mẫu nước thải dao động từ 150 - 250 Pt-Co, pH tối ưu của nước thải là 3,0. Đối với nước thải có chứa cặn bùn, tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ tối ưu dao động từ (0,4:10 đến 0,9:10) trong cùng điều kiện pH của nước thải là 3,0 ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga (2006). Giáo trình công nghệ xử lý nước thải. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Thành phố Hồ Chí Minh.
2. Trần Mạnh Trí, Trần Mạnh Trung (2005). Các quá trình oxi hóa nâng cao trong xử lý nước và nước thải. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Thành phố Hồ Chí Minh.
3. Nguyễn Văn Phước, Võ Chí Cường (2007). Nghiên cứu nâng cao hiệu quả xử lý COD khó phân hủy sinh học trong nước rác bằng phản ứng Fenton. Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, số 01, tập 10.
4. Tiêu chuẩn Việt Nam về phân tích hóa nước TCVN 4565:1988. Truy cập tại: <https://tieuchuan.vsqi.gov.vn/tieuchuan/view?sohieu=TCVN%204565:1988>.
5. Tập đoàn Dệt may Việt Nam (2023). Truy cập tại: www.vinatex.com
6. Công ty TNHH Dệt may Thái Tuấn (2023). Truy cập tại: www.thaituan.com.vn
7. Công ty Liên doanh Dệt Sài Gòn Joub (2023). Truy cập tại: www.saigonjoub.com.vn.
8. EPA Guidance Manual. Alternative Disinfectants and Oxidants. Available at: <https://nepis.epa.gov/Exec/ZyPURL.cgi?Dockey=2000229L.TXT>.
9. Flaherty K.A. - Huang C.P. (1976). Continuous Flow Applications of Fentons Reagent for the treatment of Refactory Wastewater. Department of Civil Engineering - University of Delaware - USA.
10. Lenore S. Clesceri, Andrew D. Eaton, Arnold E. Greenberg (1999). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Edition. USA: American Public Health Association.
11. William W. P. et al. (1998). Remolval of color and TOC from Segregated Dye Discharges Using Ozone and Fentons Reagent. USA: Virginia Polytechnic Institute and State University.
12. Rubin B.M. (2001). The History of Ozone. Bulletin for the History of Chemistry, 26(1).

Ngày nhận bài: 14/5/2023

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 27/5/2023

Ngày chấp nhận đăng bài: 16/6/2023

Thông tin tác giả:

1. NGUYỄN THỊ THU HIỀN^{1*}

2. TRẦN NGỌC BẢO LUÂN¹

3. TRẦN THỊ KIM HỒNG²

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

²Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh

DETERMINING THE OPTIMUM $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ RATIO OF FENTON SYSTEM IN THE TREATMENT OF DYEING TEXTILE WASTEWATER

● NGUYEN THI THU HIEN^{1*}

● TRAN NGOC BAO LUAN¹

● TRẦN THỊ KIM HỒNG²

¹Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment

²Ho Chi Minh City University of Technology

ABSTRACT:

This study finds that the optimum molecular ratio of $\text{Fe}^{2+}:\text{H}_2\text{O}_2$ fluctuates in a small range of $0.7:10 \div 1:10$ when the dyeing textile wastewater behind the Aerotank cluster and the reservoir has color values ranging from $150 \div 250$ Pt-Co. For the post-biodegraded dyeing textile wastewater sample, which is mixed with active mud in wastewater and has a color value of up to 481 Pt-Co, the optimal molecular ratio is quite high, up to $0.4:10$ under the same optimal pH conditions of around 3.0.

Keywords: Fenton, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, H_2O_2 , textile wastewater, wastewater treatment, textile.