



XỬ LÝ NƯỚC THẢI DỆT NHUỘM BẰNG QUÁ TRÌNH OXY HOÁ BẬC CAO KẾT HỢP VỚI UV

Treating textile wastewater by combination of advanced oxidation process and UV light

Nguyễn Trọng Anh^{1a*}, Phạm Kim Hồng^{2b}, Nguyễn Thị Thương^{3c}

¹ Khoa Kỹ thuật hóa học – Môi trường, Trường Đại Học Lạc Hồng, Đồng Nai, Việt Nam

² Khoa Kỹ thuật hóa học – Môi trường, Trường Đại Học Lạc Hồng, Đồng Nai, Việt Nam

³ Khoa Kỹ thuật hóa học – Môi trường, Trường Đại Học Lạc Hồng, Đồng Nai, Việt Nam

^a tronganhmt2008@gmail.com, ^bkimhong300497@gmail.com, ^cnguyenthuong160496@gmail.com

TÓM TẮT: Do đặc tính có độ màu và COD rất cao nên nước thải dệt nhuộm khó xử lý bằng các phương pháp truyền thống. Trong nghiên cứu này, quá trình oxi hóa bậc cao (O_3 ; H_2O_2 ; H_2O_2/O_3) kết hợp với tác nhân UV được áp dụng để xử lý độ màu và COD của nước thải dệt nhuộm. Hiệu quả xử lý độ màu và COD được khảo sát bằng cách thay đổi các yếu tố ảnh hưởng như pH, thời gian phản ứng, hàm lượng O_3 và H_2O_2 , tỉ lệ hàm lượng của H_2O_2/O_3 . Thử nghiệm cho thấy quá trình oxy hóa bậc cao dùng $H_2O_2/O_3/UV$ cho hiệu quả xử lý độ màu và COD cao nhất so với các tác nhân khác như O_3 , H_2O_2 , H_2O_2/O_3 . Ở giá trị pH bằng 8,0, thời gian phản ứng 40 phút, tỉ lệ hàm lượng H_2O_2/O_3 bằng 0,5 và tia UV có cường độ bước sóng $\lambda = 254$ nm, hiệu quả xử lý độ màu và COD lần lượt là 75% (185 Pt-Co) và 83,4% (166 mg/L). Sự kết hợp giữa quá trình oxy hóa bậc cao với tác nhân UV cho hiệu quả xử lý cao hơn do quá trình sản sinh gốc *OH tự do cao hơn. Do đó, quá trình oxy hóa bậc cao kết hợp với UV có thể sử dụng như một phương pháp để xử lý nước thải dệt nhuộm.

TỪ KHÓA: AOPs, H_2O_2/O_3 , $H_2O_2/O_3/UV$, Nước thải dệt nhuộm.

ABSTRACT: Because of high concentration of colour and COD, it is difficult to treat textile wastewater by conventional methods. In this paper, AOP processes (O_3 ; H_2O_2 ; H_2O_2/O_3) were combined with photo decomposition in order to remove colour and COD of textile wastewater. The effectiveness of colour and COD removal were examined by changing the parameters such as pH value, reaction time, Ozone and Hydrogen peroxide concentration and H_2O_2 to O_3 ratio. Experiment showed that the highest effectiveness was achieved in the $H_2O_2/O_3/UV$ compared to other agents as O_3 , H_2O_2 , H_2O_2/O_3 . At pH= 8.0, reaction time of 40 minutes, H_2O_2/O_3 ratio was 0.5 and UV light at $\lambda = 254$ nm, the efficiency of colour and COD reduction was 75% (185 Pt-Co) and 83.4% (166 mg/L) respectively. The combination of advanced oxidation with UV agent gives better treatment efficiency due to high free radical production of *OH . Therefore, the combination of advanced oxidation and UV can be used as a method to treat textile wastewater.

KEYWORDS: AOPs, H_2O_2/O_3 , $H_2O_2/O_3/UV$, Textile effluent

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành công nghiệp dệt may tồn tại ở Việt Nam gần một thế kỷ nhưng các hoạt động thủ công như thêu, dệt lụa thì đã có từ lâu đời. Hiện nay ngành công nghiệp dệt nhuộm chiếm một vị trí quan trọng, đóng góp đáng kể cho ngân sách nhà nước và tạo công ăn việc làm cho một lượng lớn người lao động, “Theo Tổng cục Thống kê ngành Dệt Nhuộm năm 2018” kim ngạch xuất khẩu trong năm 2018 đạt 30,4 tỉ USD tăng 16,6% so với 2017, và dự đoán sẽ tiếp tục tăng. Tuy nhiên, bên cạnh việc thúc đẩy phát triển kinh tế thì các ảnh hưởng đến môi trường từ ngành dệt nhuộm cũng là vấn đề đáng quan tâm, thành phần ô nhiễm đáng chú ý nhất là nước thải dệt nhuộm. Nước thải dệt nhuộm phát sinh từ nhiều công đoạn khác nhau như: hồ sợi, giữ hồ, nấu, tẩy và nhuộm ... với thành phần rất phức tạp bao gồm nhiều loại hóa chất, phẩm màu khác nhau tùy thuộc vào từng công đoạn hay từng loại màu nhuộm được sử dụng khác nhau [1]. Nhìn chung nước thải dệt nhuộm có giá trị COD, nhiệt độ, độ màu cao, giá trị pH kiềm tính. Ngoài ra nước thải dệt nhuộm còn chứa một lượng lớn các hợp chất hữu cơ độc hại như thuốc nhuộm, chất hoạt động bề mặt, kim loại, muối và các hợp chất hữu cơ bền [2]. Hiện nay có rất nhiều phương pháp được áp dụng để xử lý nước thải dệt nhuộm như: keo tụ - tạo bông, hấp phụ vật lý, quá trình Fenton, quá trình điện hóa, công nghệ oxy hóa bậc

cao (AOPs: Advanced Oxidation Processes) ... [3,4]. Tuy nhiên, các phương pháp như keo tụ - tạo bông thường tạo ra lượng lớn bùn thải chứa hóa chất độc hại, các quá trình khác thì chi phí đầu tư, chi phí vận hành và mức độ phức tạp trong vận hành cao [5].

Công nghệ oxy hóa bậc cao (AOPs) được xem là công nghệ tiềm năng có thể thay thế và hỗ trợ cho các phương pháp khác. AOPs sử dụng O_3 riêng biệt được chứng minh mang lại hiệu quả cao trong việc phá vỡ các liên kết thẳng và không bão hòa trong các phân tử thuốc nhuộm, gây ra sự mất màu nhanh chóng của nước thải dệt nhuộm [6]. Đối với H_2O_2 riêng biệt hiệu quả xử lý độ màu và COD thấp hơn, do đặc tính là một chất oxy hóa yếu hơn [7]. AOPs dùng O_3/H_2O_2 giúp phản ứng xảy ra nhanh hơn và cải thiện hiệu quả sự sản sinh ra gốc *OH . Bên cạnh đó việc kết hợp tia tử ngoại UV tạo ra gốc HO_2^* giúp đẩy nhanh quá trình phân hủy ozone thành gốc tự do *OH để oxi hóa triệt để các hợp chất hữu cơ trong nước, dẫn đến tăng hiệu quả loại bỏ COD và màu không phân hủy sinh học [8]. Oh và công sự đã nghiên cứu hiệu quả sử dụng tia UV kết hợp với Ozone để

Received: September, 19th, 2019

Accepted: November, 30th, 2019

*Corresponding Author

Email: tronganhmt2008@gmail.com

phân hủy Diethyl Phthalate có trong nước thải dệt nhuộm gần như hoàn toàn chỉ trong 0,5 giờ [9]. Hirvonen và cộng sự đã nghiên cứu xử lý nước giếng bị nhiễm TCE và PCE bằng quá trình oxy hóa trong thiết bị phản ứng UV theo từng mẻ gián đoạn. Nồng độ TCE và PCE ban đầu tương ứng là 100 và 200 g/L. Lượng UV khi thí nghiệm là 1,2W/l, lượng H₂O₂ là 140mg/L và pH = 6,8. Kết quả sau 5 phút đã loại bỏ được TCE và PCE tương ứng là 98% và 93% [10]. Do hiện nay vẫn còn ít các nghiên cứu về việc kết hợp H₂O₂/O₃ với tác nhân UV trong việc xử lý nước thải dệt nhuộm, đồng thời việc nghiên cứu quá trình oxy hóa bậc cao kết hợp UV để xử lý nước thải dệt nhuộm ngay từ ban đầu (nước thải có hàm lượng COD và độ màu rất cao) là rất ít, chủ yếu các nghiên cứu là sử dụng phương pháp oxy hóa bậc cao hoặc oxy hóa bậc cao kết hợp với UV để xử lý nước thải dệt nhuộm sau khi đã qua một vài công đoạn xử lý trước đó [11-13]. Mục tiêu của nghiên cứu này là so sánh và đánh giá khả năng xử lý nước thải dệt nhuộm của quá trình oxy hóa bậc cao kết hợp với UV trong điều kiện nước thải dệt nhuộm chưa qua xử lý sơ bộ ban đầu. Đồng thời khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý độ màu và COD của nước thải dệt nhuộm như giá trị pH, thời gian phản ứng, hàm lượng O₃ và H₂O₂, tỷ lệ hàm lượng của H₂O₂/O₃.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Đối tượng nghiên cứu

◆ Nước thải

Nước thải đầu vào được lấy tại hồ thu gom công ty dệt nhuộm Decuk Woo KCN Long Bình với các thông số như bảng 1:

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	pH		10 - 11
2	COD	mg/l	1000 - 1500
3	Chất rắn lơ lửng (SS)	mg/l	0,122
4	Độ màu	Pt-Co	700 - 1000

Bảng 1. Thành phần nước thải dệt nhuộm

Bảng 2. Thông số vận hành quy trình

Thí nghiệm	Lượng nước thải đưa vào xử lý (ml)	Thời gian thực nghiệm	Thông số vận hành	
			Lưu lượng khí O ₃ cung cấp vào mô hình	pH
Khảo sát ảnh hưởng của giá trị pH		40	MH ₁ : H ₂ O ₂ = 30,8mg MH ₂ : O ₃ = 35,2mg	07, 08, 09
Ảnh hưởng của thời gian phản ứng	1000	10, 20, 30, 40, 50, 60	MH ₁ : H ₂ O ₂ = 30,8mg MH ₂ : O ₃ = 35,2mg MH ₃ : H ₂ O ₂ /O ₃ = 30,8/26,4mg MH ₄ : H ₂ O ₂ /O ₃ /UV = 30,8/26,4/UVmg	08
Khảo sát hàm lượng O ₃ , H ₂ O ₂ và tỉ lệ H ₂ O ₂ /O ₃		40	MH ₁ : H ₂ O ₂ = 27mg; 30,8mg; 34,7mg; 38,6mg. MH ₂ : O ₃ = 22mg; 26,4mg; 35,2mg; 44mg. MH ₃ : H ₂ O ₂ /O ₃ , trong đó hàm lượng O ₃ = 35,2mg, khảo sát tỉ lệ H ₂ O ₂ /O ₃ tương ứng: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7. MH ₄ : O ₃ /H ₂ O ₂ /UV, trong đó hàm lượng O ₃ = 35,2mg, khảo sát tỉ lệ H ₂ O ₂ /O ₃ tương ứng: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7.	08

2.4 Phương pháp phân tích

COD được phân tích theo TCVN 1491:1999, theo phương pháp đun hoàn lưu kín bằng máy phá mẫu Orbeco

2.2 Mô hình nghiên cứu

Mô hình nghiên cứu được thể hiện trong hình 1. Bình phản ứng dạng hình trụ tròn có đường kính D = 114 mm, chiều cao H = 300 mm, thể tích thực khoảng V = 3000 mL, thể tích hữu ích V = 1000 mL. Phía trên bình phản ứng được lắp đèn UV, có hai lỗ để cho nước thải vào và thoát khí ra. Phía bên dưới bình phản ứng có vòi cấp khí O₃ bằng đá bọt từ máy phát O₃ hiệu Kiwa công suất tối đa 400 mg/h có gắn van điều chỉnh lưu lượng, bên cạnh có một ống thu nước để lấy mẫu. Ống thu khí thoát ra được nhúng vào trong dung dịch KI 5% để đo khí O₃ dư thừa sau phản ứng. Nước thải sử dụng trong trường hợp này là nước thải dệt nhuộm được lấy tại bể thu gom công ty dệt nhuộm Decuk Woo KCN Long Bình với các thông số như bảng 1.



Hình 1. Mô hình nghiên cứu thực nghiệm

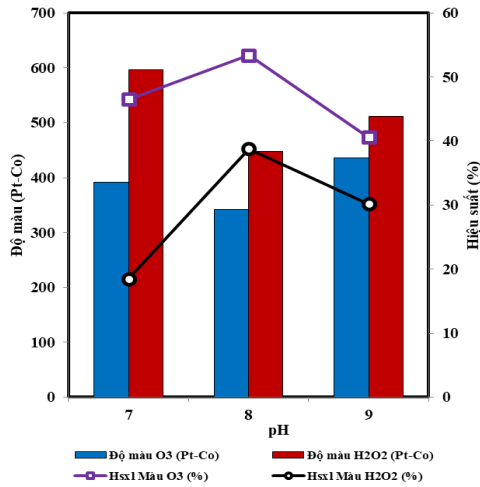
2.3 Nội dung nghiên cứu

Sử dụng 1000 mL nước thải với pH đầu vào 10-11 dùng H₂SO₄ 98% điều chỉnh về pH bằng 8. Sau đó cho nước thải phản ứng với hàm lượng 35,2 mg O₃, và hàm lượng tỉ lệ giữa H₂O₂/O₃ là 0,4; 0,5; 0,6; 0,7. Trong quá trình phản ứng cho thêm tia UV, thời gian phản ứng là 40 phút, O₃ dư cho hấp thụ bằng KI 5% (tiến trình thí nghiệm cụ thể chi tiết xem bảng 2). Sau khi kết thúc quá trình, lấy mẫu đem lọc, phân tích độ màu và COD.

Hellige ở nhiệt độ 150 °C trong 2 giờ, định phân bằng FAS 0,1 M. Độ màu được xác định theo TCVN 6158:2015 bằng phương pháp đường chuẩn thông qua máy quang phổ hấp thụ Specto photometer spectro 23RS ở bước sóng 455 nm

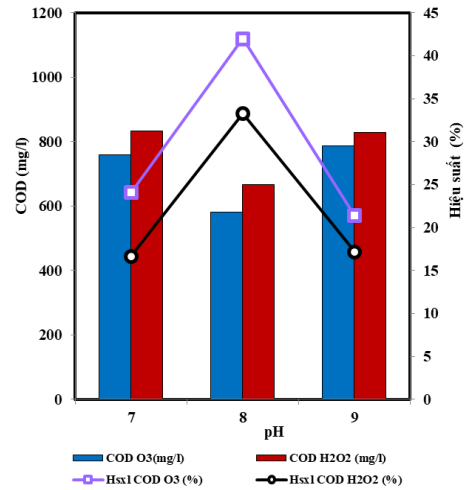
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BIỆN LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của pH đến hiệu quả xử lý độ màu và COD



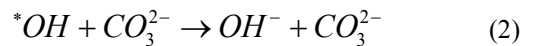
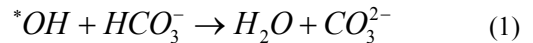
Hình 2. Ảnh hưởng của pH đến hiệu quả xử lý độ màu bằng H₂O₂ và O₃

Nước thải dệt nhuộm có giá trị pH vào khoảng 10–11, để tiến hành khảo sát ảnh hưởng của giá trị pH đến hiệu quả xử lý độ màu và COD của nước thải dệt nhuộm, dùng H₂SO₄ đậm đặc để điều chỉnh giá trị pH về các giá trị 7, 8 và 9, hàm lượng O₃ và H₂O₂ tương ứng là: 35,2 mg và 30,8 mg. Ảnh hưởng của giá trị pH đến hiệu quả xử lý độ màu và COD trong nước thải dệt nhuộm được thể hiện trong hình 2 và hình 3. Qua hình ảnh cho chúng ta thấy khi giá trị pH thay đổi từ 7 đến 9 thì hiệu quả xử lý độ màu và COD thay đổi khá rõ rệt. Sau thời gian oxy hóa 40 phút, với giá trị pH tăng từ 7 đến 8 thì hiệu quả xử lý độ màu của H₂O₂ tăng từ 18,5% đến 38,8%; hiệu quả xử lý COD tăng từ 16,7% đến 33,3%. Trong khi đó hiệu quả xử lý độ màu của O₃ tăng từ 46,5% đến 53,4% và COD tăng từ 24,1% đến 42%.

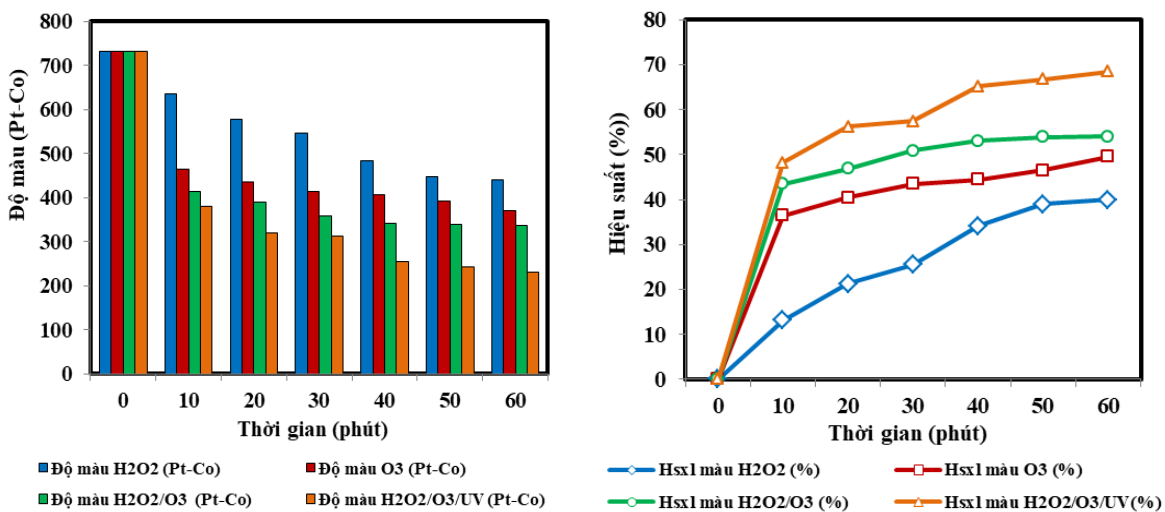


Hình 3. Ảnh hưởng của pH đến hiệu quả xử lý COD bằng H₂O₂ và O₃

Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng giá trị pH lên 9 thì hiệu quả xử lý độ màu và COD của H₂O₂ và O₃ giảm (hiệu quả xử lý độ màu và COD của H₂O₂ tương ứng 30,2% và 17,2%; O₃ tương ứng 40,6% và 21,4%). Điều này được giải thích do khi tăng giá trị pH lên cao thì lượng CO₂ hòa tan trong nước thải chuyển hóa thành ion bicacbonat (HCO₃⁻) và ion cacbonat (CO₃²⁻), sự có mặt của các ion này sẽ kết hợp với gốc *OH tự do (theo phản ứng 1 và 2) làm giảm hàm lượng gốc *OH tự do trong nước thải từ đó làm giảm tốc độ phân hủy độ màu và COD của nước thải [14]. Ngoài ra chúng ta có thể thấy hiệu quả xử lý độ màu và COD của O₃ cao hơn so với H₂O₂ do O₃ là chất oxy hóa mạnh hơn H₂O₂ [9]. Qua quá trình khảo sát ảnh hưởng của giá trị pH chúng tôi nhận thấy giá trị pH = 8 cho hiệu quả xử lý tốt nhất đối với H₂O₂ và O₃, do đó chúng tôi lấy giá trị pH = 8 để tiến hành các thí nghiệm tiếp theo.



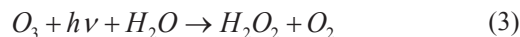
3.2 Ảnh hưởng thời gian phản ứng đến hiệu quả xử lý độ màu và COD của H₂O₂, O₃, H₂O₂/O₃, H₂O₂/O₃/UV.



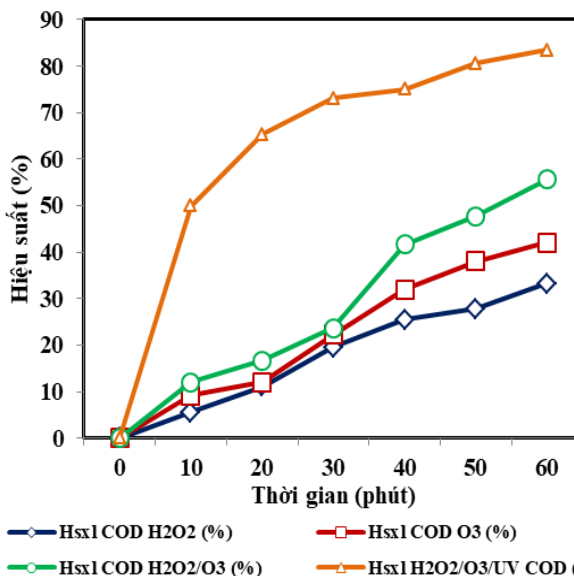
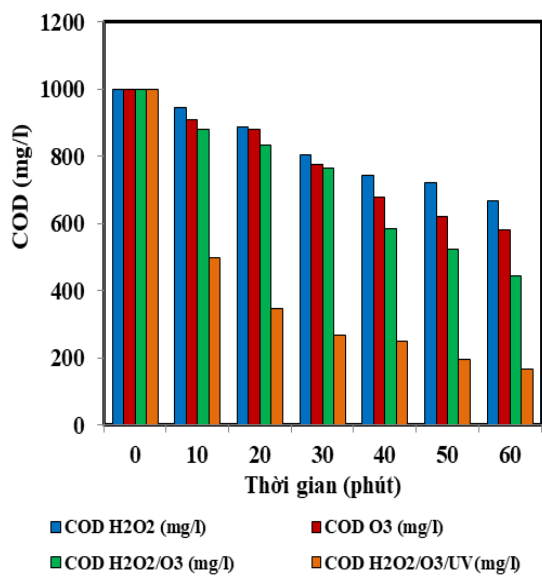
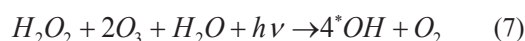
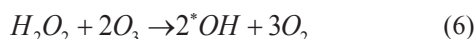
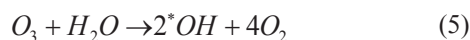
Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến hiệu quả xử lý độ màu của O₃; H₂O₂; H₂O₂/O₃ và H₂O₂/O₃/UV

Nghiên cứu được tiến hành với nước thải dệt nhuộm được điều chỉnh giá trị pH = 8, hàm lượng O₃ và H₂O₂ tương ứng là: 35,2 mg và 30,8 mg chúng tôi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến hiệu suất xử lý độ màu và COD của nước thải dệt nhuộm. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến hiệu quả xử lý độ màu và COD của O₃; H₂O₂; H₂O₂/O₃ và H₂O₂/O₃/UV được thể hiện trong hình 4 và hình 5. Qua hình ảnh chúng ta thấy khi tăng thời gian phản ứng từ 10 đến 40 phút hiệu suất xử lý độ màu của O₃ tăng từ 36,4% đến 44,4%; H₂O₂ tăng từ 13,1% đến 34,1%; H₂O₂/O₃ tăng từ 43,5% đến 53% và H₂O₂/O₃/UV tăng từ 48,2% đến 65,2%; Hiệu suất xử lý COD tăng tương ứng: O₃ tăng từ 9,2% đến 32%; H₂O₂ tăng từ 5,6% đến 25,5%; H₂O₂/O₃ tăng từ 12% đến 41,7% và H₂O₂/O₃/UV tăng từ 50% đến 75%. Điều này được giải thích do khi tăng thời gian phản ứng lên thì khả năng tiếp xúc giữa nước thải dệt nhuộm và tác nhân oxy hóa tăng làm cho quá trình oxy hóa có đủ thời gian để oxy hóa các hợp chất hữu cơ trong nước thải tốt hơn từ đó cho chúng ta hiệu suất xử lý độ màu và COD cao hơn. Tuy nhiên, khi tăng thời gian phản ứng lên 50 đến 60 phút thì hiệu suất xử lý độ màu và COD tăng nhẹ, điều này được lý giải do trong quá trình oxy hóa tạo ra gốc ^{*}OH tự do giảm dần vì cùng lượng chất oxy hóa nhưng thời gian càng lâu thì gốc ^{*}OH tự do phản ứng với chất hữu cơ có trong nước thải dệt nhuộm giảm dần. Kết quả hình 4 và hình 5 cũng cho chúng ta thấy hiệu quả xử lý độ màu và COD của hệ H₂O₂/O₃ và H₂O₂/O₃/UV cao hơn so với các hệ đơn lẻ O₃ và H₂O₂, điều

này do hệ kết hợp thuận lợi cho việc hình thành gốc ^{*}OH tự do (theo các phản ứng 3 và 4) và gốc ^{*}OH tự do vừa tạo ra lại phản ứng với hợp chất hữu cơ nên tốc độ phản ứng diễn ra nhanh hơn gấp 10⁶ đến 10⁸ lần so với quá trình đơn lẻ [7].



Đặc biệt đối với hệ H₂O₂/O₃/UV hiệu suất xử lý độ màu và COD sau 40 phút đạt tương ứng 65,2% và 75% cao hơn so với hệ H₂O₂/O₃ 53% và 41,7%, điều này được lý giải do khi có sự có mặt của tia cực tím UV thì khả năng tạo ra các gốc ^{*}OH tự do tăng lên theo hai phương thức trực tiếp và gián tiếp (theo các phản ứng 5, 6 và 7), đồng thời trong hệ xảy ra hai quá trình oxy hóa trực tiếp và gián tiếp (theo phản ứng 8 và 9) làm tăng khả năng oxy hóa các hợp chất hữu cơ trong nước thải dệt nhuộm lên cao từ đó làm tăng hiệu suất xử lý độ màu và COD trong nước thải dệt nhuộm [15].

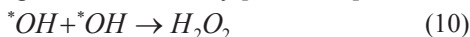


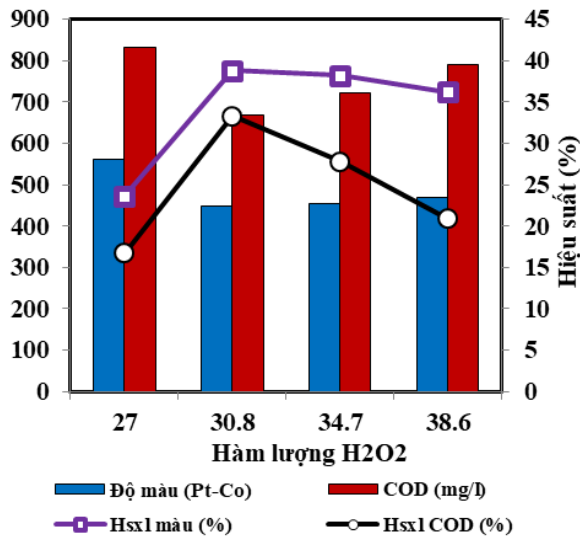
Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến hiệu quả xử lý COD của O₃; H₂O₂; H₂O₂/O₃ và H₂O₂/O₃/UV

3.3 Ảnh hưởng của hàm lượng O₃ và H₂O₂ đến hiệu suất xử lý độ màu và COD của nước thải dệt nhuộm

Nước thải dệt nhuộm có giá trị pH vào khoảng 10 – 11, dùng H₂SO₄ đậm đặc để điều chỉnh giá trị pH = 8, thời gian phản ứng 40 phút, tiến hành khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng O₃ và H₂O₂ đến hiệu suất xử lý độ màu và COD của nước thải dệt nhuộm. Hình 6 và 7 biểu thị sự ảnh hưởng của hàm lượng H₂O₂ và O₃ đến hiệu suất xử lý độ màu và COD của nước thải dệt nhuộm. Với sự thay đổi hàm lượng của H₂O₂ từ 27 mg đến 30,8 mg thì hiệu suất xử lý độ màu và COD tăng tương ứng từ 23,6% và 16,7% đến 38,8% và 33,3% (hình 6). Điều này được giải thích do tăng hàm lượng H₂O₂ lên thì nồng độ chất oxy hóa cũng như khả năng sản sinh ra gốc ^{*}OH tự do tăng lên làm cho hiệu suất

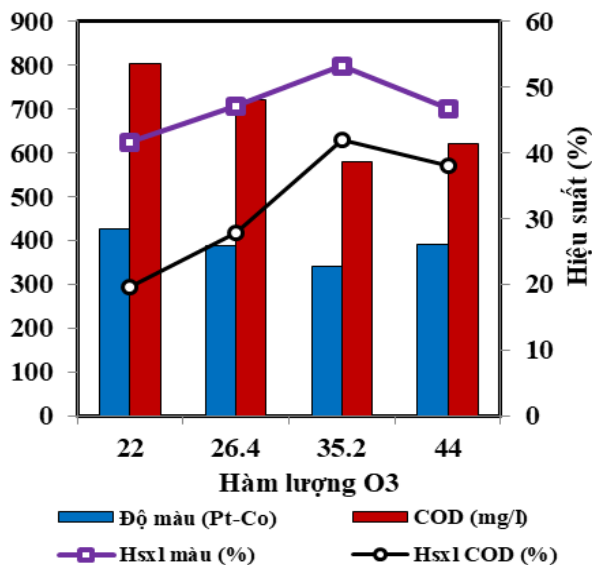
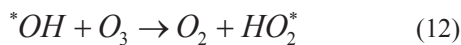
xử lý tăng. Tuy nhiên, khi tăng hàm lượng H₂O₂ lên từ 34,7 mg đến 38,6 mg thì hiệu suất xử lý độ màu giảm, do khi tăng hàm lượng H₂O₂ lên thì khả năng tăng số lượng gốc ^{*}OH tự do tăng lên cao dẫn đến hình thành các phản ứng kết hợp giữa các gốc ^{*}OH tự do tạo thành H₂O₂ (theo phản ứng 10) cũng như sự kết hợp giữa gốc ^{*}OH tự do với H₂O₂ tạo thành gốc hydroperoxyl (HO₂^{*}) (theo phản ứng 11), gốc hydroperoxyl có tính oxy hóa thấp hơn gốc ^{*}OH tự do từ đó làm giảm hiệu suất xử lý [7, 16 - 18].



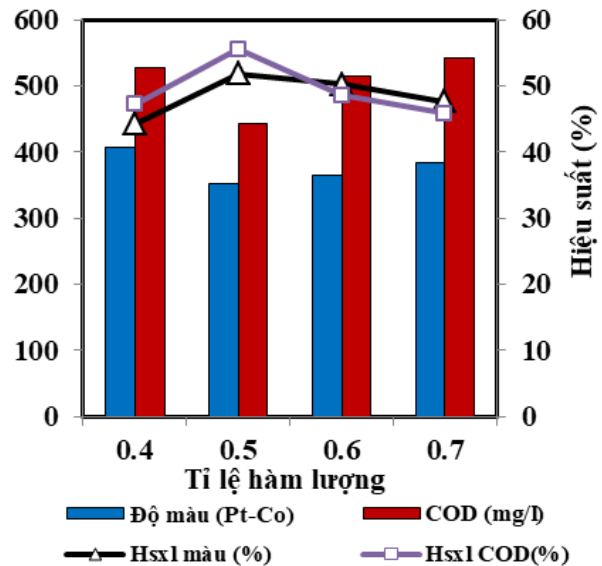


Hình 6. Ảnh hưởng của hàm lượng H₂O₂ đến hiệu quả xử lý độ màu và COD

Tương tự, khi tăng hàm lượng O₃ từ 22 mg đến 35,2 mg thì hiệu suất xử lý độ màu và COD tăng tương ứng từ 41,7% và 19,5% đến 53,3% và 42% (hình 7), và chúng ta có thể thấy hiệu quả xử lý của O₃ cao hơn so với H₂O₂ do O₃ là chất oxy hóa mạnh hơn. Tuy nhiên, khi tăng hàm lượng O₃ lên 44 mg thì hiệu suất xử lý độ màu và COD giảm (46,8% và 38%), do khi tăng nồng độ O₃ lên sẽ tăng tốc độ xáo trộn, tăng tần suất va chạm giữa các bọt khí với nhau dẫn đến hình thành một chùm bọt khí lớn làm giảm bề mặt tiếp xúc giữa pha khí và pha lỏng, làm giảm thời gian tiếp xúc giữa pha khí và pha lỏng từ đó làm giảm khả năng khuếch tán O₃ trong nước thải [19]. Ngoài ra, khi nồng độ O₃ tăng thì số lượng gốc ^{*}OH tự do tăng cao dẫn đến hình thành các phản ứng kết hợp giữa gốc ^{*}OH tự do với O₃ tạo thành gốc hydroperoxyl (HO₂^{*}) (theo phản ứng 12), gốc hydroperoxyl có tính oxy hóa thấp hơn gốc ^{*}OH tự do từ đó làm giảm hiệu suất xử lý, điều này tương tự như H₂O₂.

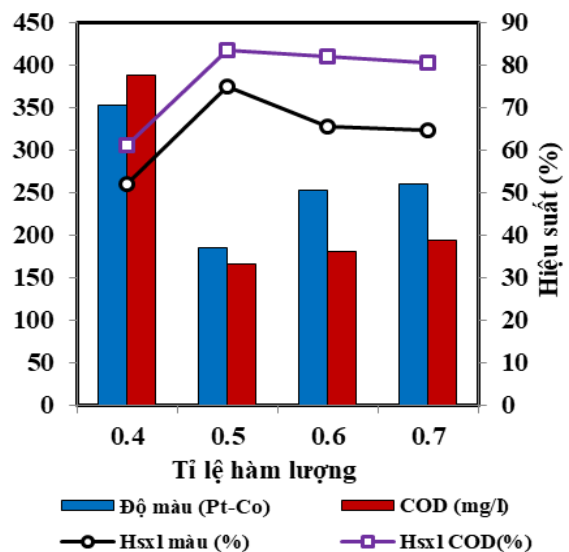


Hình 7. Ảnh hưởng của hàm lượng O₃ đến hiệu quả xử lý độ màu và COD



Hình 8. Ảnh hưởng của tỉ lệ hàm lượng đến hiệu quả xử lý độ màu và COD bằng hệ H₂O₂/O₃

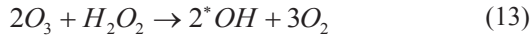
Để tiến hành khảo sát ảnh hưởng của tỉ lệ hàm lượng H₂O₂ và O₃ đến hiệu suất xử lý độ màu và COD của nước thải dệt nhuộm trong hệ H₂O₂/O₃ và H₂O₂/O₃/UV chúng tôi tiến hành điều chỉnh giá trị pH của nước thải = 8, thời gian phản ứng tiến hành trong 40 phút. Hình 8 thể hiện sự ảnh hưởng của tỉ lệ hàm lượng H₂O₂/O₃ đến hiệu quả xử lý độ màu và COD của nước thải dệt nhuộm. Kết quả cho thấy, khi tỉ lệ hàm lượng H₂O₂/O₃ trong khoảng 0,4 đến 0,5 thì hiệu quả xử lý độ màu đạt 44,3% và 51,9%, hiệu quả xử lý COD đạt 47,2% và 55,6%, hiệu suất xử lý đạt giá trị cao nhất ở tỷ lệ hàm lượng H₂O₂/O₃ bằng 0,5. Tuy nhiên, khi tăng tỉ lệ hàm lượng H₂O₂/O₃ lên 0,6 và 0,7 thì hiệu suất xử lý độ màu và COD giảm dần do theo lý thuyết thì tỉ lệ mol của H₂O₂/O₃ bằng 0,5 (theo phản ứng 13) do đó khi tỉ lệ này tăng lên làm giảm khả năng kết hợp giữa O₃ và H₂O₂ để tạo thành gốc ^{*}OH tự do từ đó làm giảm hiệu suất xử lý, ngoài ra khi tăng hàm lượng H₂O₂ trong hệ thì chỉ làm dư thừa lượng H₂O₂ chứ không làm tăng hiệu suất xử lý (do H₂O₂ có thể oxy hóa thấp hơn O₃). Khi hệ H₂O₂/O₃ với



Hình 9. Ảnh hưởng của tỉ lệ hàm lượng đến hiệu quả xử lý độ màu và COD bằng hệ H₂O₂/O₃/UV

các tỉ lệ hàm lượng trên kết hợp với UV (hình 9) cho chúng ta kết quả ở tỉ lệ hàm lượng H₂O₂/O₃ bằng 0,5 đạt hiệu suất xử lý độ màu và COD cao nhất (tương ứng với: 75% và

83,4%), kết quả thực tế thể hiện trong hình 10. Kết quả cho thấy khi kết hợp với UV hiệu suất xử lý tăng lên đáng kể, với tỉ lệ hàm lượng của H₂O₂/O₃ bằng 0,5 hiệu quả xử lý độ màu và COD đạt tương ứng: 75% (185 Pt-Co) và 83,4% (166 mg/L), cao hơn so với hệ H₂O₂/O₃ không có tác nhân UV khoảng 23% so với độ màu và khoảng 28% so với COD. Do khi có tác nhân UV thì khả năng sinh ra gốc *OH tự do cao hơn theo phản ứng 7.



4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá hiệu quả xử lý độ màu và COD của nước thải dệt nhuộm khi sử dụng quá trình oxy hóa bậc cao (O₃; H₂O₂; H₂O₂/O₃) kết hợp với tác nhân UV. Qua quá trình nghiên cứu chúng tôi đã khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý như: giá trị pH, thời gian phản ứng, hàm lượng của O₃; H₂O₂ và tỉ lệ hàm lượng của H₂O₂/O₃. Kết quả cho thấy ở giá trị pH bằng 8 với thời gian phản ứng 40 phút và tỉ lệ hàm lượng H₂O₂/O₃ bằng 0,5 cho hiệu quả xử lý độ màu và COD cao nhất. Hiệu quả xử lý độ màu và COD ở điều kiện tốt nhất của H₂O₂/O₃ và H₂O₂/O₃/UV lần lượt tương ứng là: 51,9% (352 Pt-Co); 55,6% (444 mg/L) và 75% (185 Pt-Co); 83,4% (166 mg/L). Hiệu quả xử lý độ màu và COD của hệ H₂O₂/O₃/UV đạt giá trị cao nhất và cao hơn so với hệ H₂O₂/O₃ cũng như các yếu tố đơn lẻ. Ngoài ra có thể thấy sự kết hợp của quá trình oxy hóa bậc cao với UV là rất tốt để có thể ứng dụng trong việc xử lý nước thải dệt nhuộm. Tuy kết quả xử lý độ màu và COD chưa đạt tiêu chuẩn xả thải (do nồng độ ô nhiễm của nước thải dệt nhuộm quá lớn, độ màu khoảng 700-1000 Pt-Co và COD khoảng 1000-1500 mg/L, hiệu quả xử lý phụ thuộc vào nồng độ ô nhiễm ban đầu), nhưng nếu chúng ta kết hợp với các phương pháp xử lý khác sẽ cho hiệu quả xử lý cao hơn và đáp ứng được tiêu chuẩn xả thải.



Hình 10. Mẫu nước thải trước và sau xử lý bằng phương pháp oxy hóa bậc cao kết hợp với UV

5. CẢM ƠN

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đến ban Lãnh đạo Khoa Kỹ thuật Hóa học – Môi trường, các thầy cô giáo trong Khoa và trong bộ môn Công nghệ Môi Trường, gia đình, bạn bè đã hỗ trợ tối đa về phương tiện, trang thiết bị vật

chất cũng như ủng hộ tinh thần trong suốt quá trình chúng tôi làm nghiên cứu.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Grau P., “Textile industry wastewater treatment, *Water Sci. Technol.*, **1991**, 24, 97 – 103
- [2] Pagga, U et al, “The degradation of dyestuffs part II: behavior of dyestuffs in aerobic biodegradation test. *Chemosphere*, **1956**, Vol. 15, No.4, pp. 479 – 491.
- [3] Bill Grote, Application of Advanced oxidation processes (AOP) in water treatment, *SkillsTech Australia*, **2012**.
- [4] Bahorsky M.S., Textiles. *Water Environ. Res.*, 69, 658 – 664.
- [5] Slokar Y.M., Marechal A.M.L., (1998), Methods of decoloration of textile wastewaters, *Dyes and Pigments*, **1998**, 37, 335-356.
- [6] Shashank Singh Kalra et al., “Advanced oxidation processes for treatment of Textile and Dye wastewater”: A review, India, IPCBEE vol. (**2011**)
- [7] Lê Dung, Nguyễn Như Sang, Huỳnh Ngọc Loan, So sánh hiệu quả xử lý độ màu và chất hữu cơ trong nước thải sản xuất cà phê bột hòa tan sử dụng quá trình O₃, H₂O₂ và O₃/H₂O₂, *Tạp chí Phát Triển KH&CN*, **2012**, 15(1).
- [8] Hajira Khan (2009), Advanced oxidative decolorization of Red CI-5B: Effects of Dye concentration, process optimization and reaction kinetics, *Polish J. of Environ. Stud.* Vol 19, No.1 (2010), 83-92.
- [9] Wu J.J et al. The oxidation study of 2-propanol using ozone – based advanced oxidation processes, *Separation and Purification Technology*, 62, 39 – 46. (2008).
- [10] Hirnoven, A.T.et.al., Studied to treat these components with Peroxone process, **1996**.
- [11] Zappi et al, Studied O₃/H₂O₂ system for chloroform treatment in groundwater in Commerce City, Clordo, USA, 1992.
- [12] Ngô Thị Vân Anh, Nghiên cứu xử lý nước thải dệt nhuộm theo phương pháp oxy hóa nâng cao có sử dụng hệ xúc tác đồng thể oxy hóa khử, **2011**.
- [13] Nguyễn Ngọc Lân và cộng sự, Nghiên cứu xử lý nước thải công nghiệp dệt nhuộm bằng quá trình peroxone, Viện Khoa Học Và Công nghệ Môi Trường, ĐHBK Hà Nội, **2011**.
- [14] Marco S.L et al, Treatment of winery wastewater by ozone – based advanced oxidation processes in a pilot – scale bubble column reactor and process economics, *Separation and Purification Technology*, **2010**, 72, 235 – 241.
- [15] Nguyễn Việt Trung, Trần Thị Mỹ, Giáo trình kỹ thuật xử lý nước thải.
- [16] J. H. Baxendale et al, The photolysis of hydrogen peroxide at high intensities, *Trans. Farad. Soc.*, **1957**, 53, 344 – 356.
- [17] Miljana D. Radovic et al, Comparison of ultraviolet radiation/hydrogen peroxide, Fenton and photo Fenton processes for the decolorization of reactive dyes, Department of chemistry, Serbia, **2015**, 69(6), 657 – 665.
- [18] A. H. Konsowa, Decolorization of wastewater containing direct dye by ozonation in a batch bubble column reactor, *Desalination*, **2003**, 158, 233 – 240.
- [19] Jan Perkowski et al, Decolouration of real textile wastewater with advanced oxidation process, *Fibres and in Eastern Europe*, **2003**, 11(4), 81-86