

SỬ DỤNG CHẤT XÚC TÁC ĐỂ ĐẨY NHANH QUÁ TRÌNH XỬ LÝ KY KHÍ CỦA NƯỚC THẢI ĐỆT NHUỘM

NCS. Tôn Thất Lăng

Trường Cán bộ Khí tượng Thủy văn Tp Hồ Chí Minh

1. Đặt vấn đề

Vấn đề ô nhiễm môi trường nói chung và vấn đề ô nhiễm nguồn nước nói riêng đang là vấn đề cần quan tâm của nhiều nước trên thế giới cũng như ở trong nước. Nguồn nước bị ô nhiễm có nhiều nguyên nhân trong đó có nguồn nước thải của một số nhà máy như nhà máy dệt nhuộm. Trong quá trình sản xuất, những nhà máy dệt nhuộm sử dụng một lượng lớn thuốc nhuộm và các hoá chất khác như axit, bazơ, muối, chất tẩy rửa, tinh bột, chất oxy hóa Phần lớn những hóa chất này không được giữ lại trong thành phẩm mà xả ra ở dòng thải. Với độ màu cao cùng nhiều chất hoá học, dòng thải từ công nghiệp dệt nhuộm làm thay đổi màu sắc của nguồn nước tiếp nhận, làm mất mỹ quan và sinh ra nhiều tác hại cho môi trường. Một số phương pháp xử lý nước thải như keo tụ, oxy hóa, hấp phụ, trao đổi ion, màng, ..., có khả năng xử lý màu của thuốc nhuộm [1, 10].

Để thiết kế một hệ thống xử lý sinh học với chi phí thấp và hiệu suất cao, hệ thống xử lý ky khí với lớp bùn mở rộng được sử dụng. Với việc tuần hoàn dòng thải sẽ làm tốc độ dòng lên trong hệ thống đạt đến 5÷6m/h (De Man, A.W. A. và ctv., 1988). Điều này cải tiến sự tiếp xúc giữa nước thải và sinh khối, mở rộng lớp bùn và tăng cường độ xáo trộn thủy lực, làm gia tăng sự thẩm thấu của chất nền vào sinh khối. Tuy nhiên, do sự mở rộng của lớp bùn, có thể làm trôi một lượng bùn nhất định ra ngoài, đó chính là khuyết điểm của hệ thống này.

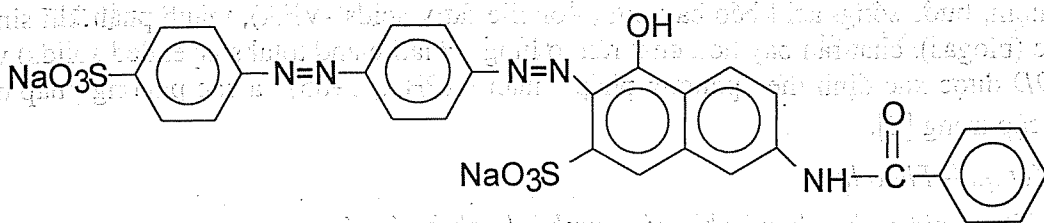
Để thấy rõ vai trò của các chất xúc tác trong quá trình phân hủy thuốc nhuộm ở điều kiện ky khí, các thí nghiệm được bố trí dưới dạng mẻ, với chất béo bay hơi và thuốc nhuộm làm chất nền, sunphate, sunfide và anthraquinone làm chất xúc tác.

2. Phương pháp thí nghiệm

a. Nguyên liệu thí nghiệm

Thuốc nhuộm màu đỏ (Direct Red 81)

Direct Red 81 (DR 81) được chọn là thuốc nhuộm cần nghiên cứu. Công thức của DR 81 được trình bày trong hình 1. Trong công thức này nhận thấy sự hiện diện của hai nối azô (-N=N-) nối với một nhóm hydroxyn (-OH-), một nhóm carboxyn (-C=O-) và hai nhóm sunfit natri (SO_3Na^+). Chất mang màu gồm nhóm carboxyn và hydroxyn là những nhóm mà trong cấu hình nguyên tử gồm những điện tử không định xứ (delocalised electrons). Chất trợ màu (auxochrome) bao gồm nhóm hydroxyn kết nối với những hợp chất chưa ion hóa.



Hình 1. Công thức của thuốc nhuộm DR 81

b. Phương pháp thí nghiệm

1) Thí nghiệm khử sunfat trong điều kiện kỵ khí

Thí nghiệm dạng mẻ được tiến hành trong chai thủy tinh với dung tích 120ml. Nước trong chai chứa hàm lượng các chất dinh dưỡng đa lượng và vi lượng (Lang, 2000). Bùn sử dụng trong thí nghiệm này là bùn hạt (granular sludge) lấy từ mô hình EGSB đang chạy hơn một tháng trong điều kiện đầu vào có thuốc nhuộm (10÷20mg/l). Với điều kiện như vậy, bùn được sử dụng có chứa những chuẩn vi sinh có khả năng thích nghi và phân hủy thuốc nhuộm. Bùn sau khi xử lý (có 1,5g VSS.l⁻¹) được chuyển vào chai 120 ml chứa 5 ml môi trường nền, 45 ml dung dịch NaHCO₃ (5g.l⁻¹) và 1ml VFA (85g COD.l⁻¹, C₂: C₃: C₄ = 1:1:1 tính trên COD) từ dung dịch trung hòa và đạt được nồng độ 1,5g COD.l⁻¹. Chai chứa dung dịch được sục hỗn hợp khí 70% N₂, 30% CO₂ trong 5 phút và đặt trên máy lắc (50 rpm) suốt đêm trong phòng, cố định nhiệt độ tại 30°C trong hai ngày cho phép tiêu thụ khí oxy còn sót lại trong dung dịch, làm cho thí nghiệm được đảm bảo điều kiện kỵ khí nghiêm ngặt.

Sau hai ngày ủ, các chai thí nghiệm được thêm vào 1ml VFA, 1 ml Na₂SO₄ để bảo đảm nồng độ của sunphat trong chai khoảng 2g.l⁻¹ và tiếp tục sục hỗn hợp khí 70% N₂, 30% CO₂ trong 5 phút. Nồng độ sunfide trong dung dịch của mỗi chai thí nghiệm được lấy mẫu và phân tích định kỳ trong suốt thí nghiệm. Tất cả giá trị được trình bày trong bài là trị số trung bình của ba lần thí nghiệm lặp lại.

2) Thí nghiệm phân hủy màu trong điều kiện kỵ khí

Môi trường nền, bùn, và phương pháp tiến hành thí nghiệm tương tự như thí nghiệm đã mô tả ở trên. Sau hai ngày ủ, các chai thí nghiệm được thêm vào 1ml VFA, 1 ml Direct Red 81 (DR81) nồng độ 200 mg.l⁻¹, 1 ml của các chất xúc tác và chất điều hòa điện thế (SO₄²⁻, S²⁻, anthraquinone 2-sulfonic acid) và chai thí nghiệm được sục với hỗn hợp khí 70% N₂, 30% CO₂ trong 5 phút. Tất cả giá trị được trình bày trong bài là trị số trung bình của ba lần lặp lại của thí nghiệm. Độ hấp thụ của thuốc nhuộm DR81 được phân tích định kỳ (1,5 giờ/ một lần) trong suốt thí nghiệm cho đến khi dung dịch mất màu. Từ độ hấp thụ đo trên máy quang phổ kế, nồng độ thuốc nhuộm được tính toán dựa trên một đường chuẩn. Tốc độ phân hủy thuốc nhuộm ban đầu, (initial reduction rate) được tính toán dựa trên phần tuyến tính của đồ thị, bỏ qua giai đoạn trễ (lag phase), sau đó, sự phân hủy màu của thuốc nhuộm được mô hình hóa bởi những công thức tính dựa trên các công thức động học bậc nhất và bậc hai.

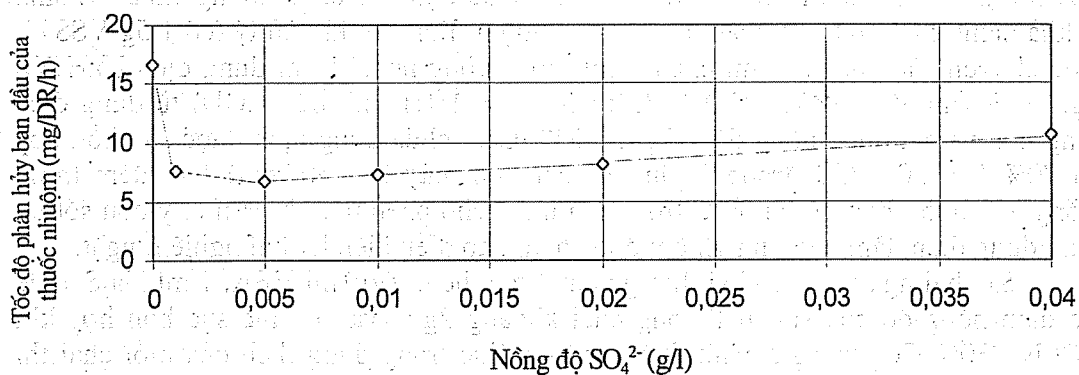
3) Phương pháp phân tích

Sulfide, độ hấp thụ trong vùng tử ngoại, vùng nhìn thấy, nồng độ thuốc nhuộm, bước sóng, acid béo bay hơi (Volatile fatty acids -VFA), thành phần khí sinh học (biogas), chất rắn bay hơi, chất rắn lơ lửng (volatile and total suspended solids) và COD được xác định theo phương pháp chuẩn (APHA, 1985) và các phương pháp đã đề cập trong [8].

4) Kết quả- Thảo luận

♦ Thí nghiệm phân hủy kỵ khí với sunphat là chất xúc tác

Sunphate được đưa vào thí nghiệm với những nồng độ khác nhau để xem xét ảnh hưởng của sunphate đến tốc độ mất màu của DR81. Nồng độ 0 (mẫu trắng), 0,02, 0,20, 0,50, 1,00, 2,00 g.l⁻¹ và 0,0, 0,001, 0,005, 0,010, 0,020, 0,04 g.l⁻¹ sunphate được sử dụng. Kết quả được biểu thị trên hình 2 thể hiện tốc độ mất màu của thuốc nhuộm DR81, không chỉ ở nồng độ cao mà còn ở nồng độ thấp (hình 2).



Hình 2. Tốc độ phân hủy ban đầu của thuốc nhuộm DR81 tại những nồng độ thấp của sunphate.

Kết quả thí nghiệm cho thấy ở các nồng độ khác nhau, sunphate chỉ thể hiện một khả năng thúc đẩy nhẹ sự phân hủy thuốc nhuộm, điều này cho thấy rằng việc sử dụng sunphate làm chất xúc tác trong quá trình phân hủy kỵ khí là không cần thiết.

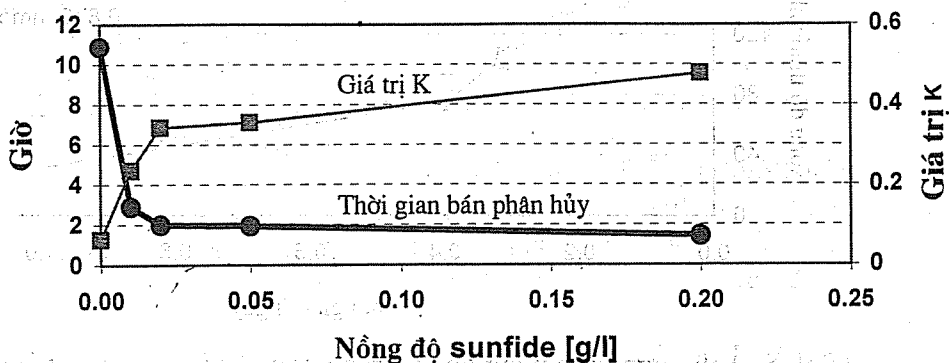
♦ Thí nghiệm phân hủy kỵ khí với sunfide là chất xúc tác

Làm mất nối azo trong thuốc nhuộm là một quá trình khử, và sunfide là một tác nhân khử rất mạnh, do đó, sự mất màu thuốc nhuộm có thể diễn ra rất dễ dàng trong điều kiện có sunfide với tác nhân khử sunfide natri Na₂S.

Màu được khử với các nồng độ sulfide thay đổi từ 0,01 đến 0,2 g S²⁻/l. Kết quả cho thấy ở những nồng độ sunfide cao vẫn không làm giảm thời gian bán phân hủy của thuốc nhuộm.

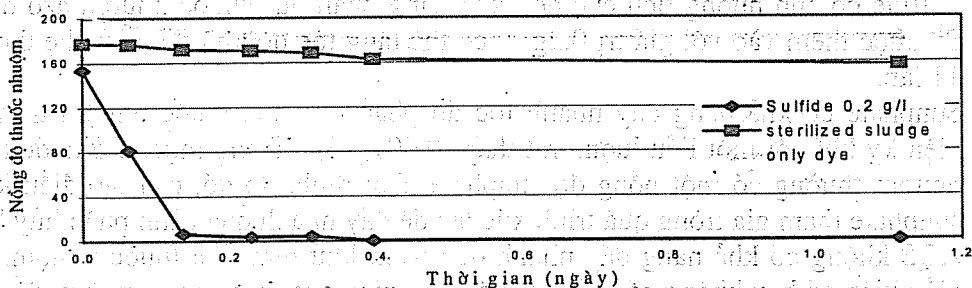
Thời gian bán phân hủy và giá trị K_d được biểu thị trên đồ thị (Hình 3). Giá trị K_d là hệ số của đường cong động học bậc nhất có thể mô tả quá trình mất màu của thuốc nhuộm azô, và thời gian bán phân hủy là thời gian cần thiết để khử nồng độ ban đầu của thuốc nhuộm còn lại một nửa theo đường cong này.

Hình 3 cho thấy nồng độ sulfide là $0,01 \text{ g S}^2/\text{l}$ làm giảm thời gian bán phân hủy từ 10,86 đến 2,9 giờ. Nồng độ sulfide càng cao thì sự trễ pha càng lớn, đến giá trị $0,2 \text{ g S}^2/\text{l}$ không còn quan sát thấy sự trễ pha. Sự mất màu khá nhanh của thuốc nhuộm azô được giải thích bởi khả năng xúc tác của sunfide khi kết hợp với thuốc nhuộm.



Hình 3. Thời gian bán phân hủy và giá trị K ở những nồng độ sulfide khác nhau trong quá trình phân hủy DR81.

Những nồng độ khác nhau của sunfide được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của sunfide lên tốc độ mất màu của thuốc nhuộm. Nồng độ của sunfide trong các chai là 0 (mẫu trắng), 0,01, 0,02, 0,05, 0,20 g.l^{-1} . Kết quả cho thấy rằng có một tác động mạnh mẽ của sunfide lên tốc độ mất màu của DR81. Ngay cả ở nồng độ thấp của sunfide ($0,20 \text{g.l}^{-1}$), tốc độ mất màu tăng 11 lần: từ 71g.l^{-1} đến $78,1 \text{g.l}^{-1}$.



Hình 4. Sự phân hủy DR81 khi không có bùn, khi có bùn chết và khi có S^2

◆ Sự phân hủy thuốc nhuộm trong điều kiện kỵ khí với sự hiện diện của anthraquinone sulfonate (AQS)

Anthraquinone là một chất điều hòa điện thế, nó là một chất hoạt động mạnh, có thể khử ngay những chất ô nhiễm. Thí nghiệm thêm AQS vào bùn chết và dung dịch thuốc nhuộm thì sự phân hủy màu xảy ra rất chậm. Thí nghiệm tiếp theo anthraquinone được thêm vào bùn hoạt tính, trong vòng hai ngày, màu đã bị khử, và