

NGHIÊN CỨU XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP THUỘC DA BẰNG HỆ THỐNG BÙN HOẠT TÍNH THEO CHU KỲ (SBR)

Study to treat waste-water of tanning industry using Sequencing Batch Reactor

Vũ Văn Mạnh

Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường,
Trường Đại học Bách khoa Hà nội

TÓM TẮT

Từ lâu các giải pháp xử lý nước thải ngành thuộc da đang được quan tâm và đang chịu áp lực mạnh để có thể đạt được hiệu quả hoạt động vừa đóng góp những thành quả cho nền kinh tế, kỹ thuật vừa đáp ứng được các yêu cầu về môi trường. Trong phần lớn các trường hợp, các chất độc ngành thuộc da thường đem lại những phiền phức cho quá trình chạy bùn hoạt tính. Cách tiếp cận tốt nhất để phát hiện độc tố cho bùn hoạt tính là dựa vào bể SBR để xác định các thông số động học. Ước tính các thông số cụ thể để kích thích quá trình nitrat hóa trên cơ sở kiểm soát các giá trị DO, pH và ORP có mặt trong ống dẫn bùn. Các giá trị tuyệt đối dựa vào trạng thái đầu với thực tế giá trị ORP và pH thay đổi suốt chu kỳ yếm khí. Giá trị xác định được đặc biệt quan trọng cho các thiết bị xử lý mà nguyên nhân gây ra bởi các độc tố ngành thuộc da cho bùn hoạt tính. Ngoài ra, chúng cũng có thể được sử dụng để chuẩn hóa các giá trị thay đổi trong mô hình mô phỏng mà được xem như là thông số chìa khóa cho quá trình tính toán SBR

ABSTRACT

Conventional tannery wastewater treatment plants are coming under progressive pressure to increase their efficiency of operation, in order to achieve targets for economy, technique, and environment. In most cases, Tanning Toxicants usually give troubles to activated sludge processes. The best approach to toxicity detection for the activated sludge process is based on Sequencing Batch Reactor (SBR) to determine the specific kinetic parameters. The estimation of specific kinetic parameters for nitrification inhibition based on control DO, pH and ORP values present state of deferent load. The absolute values based on strategy was initiated by the fact that ORP and pH vary in certain range during an aerobic-anoxic cycle. The measured value is particularly important for treatment facilities, which are caused by toxicity of tanning toxicants for activated sludge process. In addition, they can be used to calibrate for validation by the simulation model, which are used such as the key parameters for calculation of SBR.

I. MỞ ĐẦU

Nước thải công nghiệp thuộc da có nồng độ các chất ô nhiễm cao, gồm các chất hữu cơ, các chất vô cơ và các hóa chất độc như các ion kim loại nặng, tanin, các chất tạo màu. Những hóa chất này ảnh hưởng tới quá trình sinh trưởng và phát triển của người, động vật, thực vật, phá huỷ hệ thống cống rãnh thoát nước. Việc xử lý nước thải công nghiệp thuộc da đã được nghiên cứu từ lâu. Đến nay người ta đã đưa ra nhiều phương pháp khác nhau như: Phương pháp điện hoá, phương pháp hoá học, phương pháp trao đổi ion, phương pháp hấp phụ, các phương pháp lọc màng và phương pháp sinh học. Khả năng áp dụng các phương pháp xử lý tùy thuộc vào các nguồn nước thải phát sinh trong sản xuất và các yêu cầu về chất lượng nước theo các mục đích xử lý khác nhau. Phương pháp xử lý nước thải thuộc da bằng hệ thống bùn hoạt tính hiện nay được áp dụng phổ biến để xử lý thành phần ô nhiễm bởi các chất hữu cơ, tuy nhiên nhiều hệ thống trong quá trình vận hành đã gặp phải các sự cố nghiêm trọng. Nguyên nhân chủ yếu là do tác động của các chất độc trong nước thải thuộc da tới quá trình

hoạt động của các loại vi sinh vật. Nó có thể gây nên sự đảo lộn các quá trình bùn hoạt tính, làm cho hiệu suất xử lý có thể rất thấp.

Trong thực tế, phần lớn hệ thống xử lý nước thải thuộc da được tính toán thiết kế chủ yếu dựa vào các thông số động học của các quá trình bùn hoạt tính chung, thiếu các thông số động học đặc trưng cho ảnh hưởng của các chất độc thuộc da. Cho nên nước thải sau xử lý của các hệ thống này không đảm bảo các tiêu chuẩn dòng thải cho phép, hệ thống bị quá tải, tiêu hao nhiều năng lượng, chi phí vận hành và bảo dưỡng tăng cao. Các sự cố nêu trên đã được nghiên cứu và đề cập bởi các tác giả trong và ngoài nước như: Avcioglu [02], Orhon [03], Vũ Văn Mạnh và cộng sự [05]. Đặc biệt có xưởng thuộc da phải đóng cửa vì hệ thống xử lý không đảm bảo các yêu cầu vệ sinh môi trường như xưởng thuộc da của Công ty Da giày Hà Nội, Việt nam.

Đề tài nghiên cứu xử lý nước thải thuộc da bằng bùn hoạt tính trên hệ thống thiết bị theo chu kỳ từng mẻ (SBR) nhằm xác định các thông số công nghệ đặc trưng để thiết kế hệ thống thiết bị xử lý nước thải thuộc da đảm bảo các yêu cầu về công nghệ, kinh tế và các tiêu chuẩn dòng thải theo qui định tại Việt nam (5945-TCVN-1995).

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

1. Quá trình nghiên cứu thực nghiệm

Xác định các đặc trưng động học của hệ thống bùn hoạt tính là công việc phức tạp, phụ thuộc vào nhiều yếu tố đặc trưng của các quá trình công nghệ khác nhau. Các thông số động học luôn biến đổi theo chu kỳ phát triển của hệ vi sinh vật tham gia vào quá trình. Trong nghiên cứu triển khai công nghệ xử lý nước thải thuộc da vấn đề quan trọng đặt ra là phải xác định được các thông số động học đặc trưng của các quá trình xử lý trên hệ thống thiết bị thực nghiệm. Để xác định các thông số đặc trưng của quá trình trên hệ thống thiết bị SBR, chương trình thực nghiệm được lập trình theo các chế độ vận hành với tải trọng khối tăng dần từ 0,15 gam (g.COD/lít.ngày) đến 2,4 gam (g.COD/lít.ngày). Từ các kết quả thực nghiệm theo các chế độ vận hành với tải trọng khối và thời gian lưu thủy lực (HRT) khác nhau, việc tính toán qui hoạch thực nghiệm dựa vào chương trình phần mềm (GPS-X) để tính toán kiểm tra các thông số thực nghiệm cho triển khai bước thực nghiệm tiếp theo.

Trong nghiên cứu này, quá trình thực nghiệm tiến hành theo từng bước đồng thời kết hợp với mô hình mô phỏng tính toán theo lý thuyết đảm bảo sự tương hợp trong mỗi bước thực nghiệm. Các bước thực nghiệm tiếp theo được hiệu chỉnh và điều khiển dựa vào số liệu tính toán qui hoạch theo hướng tiếp cận hệ thống công nghệ tối ưu để đưa ra các thông số động học đặc trưng cho thiết kế triển khai. Các số liệu thực nghiệm được tự ghi và xử lý trên máy tính theo các chương trình phần mềm chuyên dụng kết nối với mô hình thí nghiệm (sơ đồ hình 1). Hệ thống được điều khiển tự động trong 300 ngày liên tục tại phòng thí nghiệm. Quá trình phân tích các mẫu nước thải được tiến hành theo phương pháp tiêu chuẩn (APHA. 1995).

2. Hệ thống thiết bị thực nghiệm

Hệ thống thí nghiệm nghiên cứu xử lý nước thải thuộc da trên thiết bị SBR được lắp đặt theo sơ đồ hình 1. Thiết bị chính SBR (01) dung tích 10 lít và máy khuấy cơ khí (03). Các thiết bị phụ: máy thổi khí (05), bơm cấp nước thải (06) và bơm nước sau xử lý được điều khiển tự động theo chương trình logic (04). Quá trình thí nghiệm được kết nối với máy tính để xử lý liên tục các số liệu của máy đo pH, DO và ORP (02).

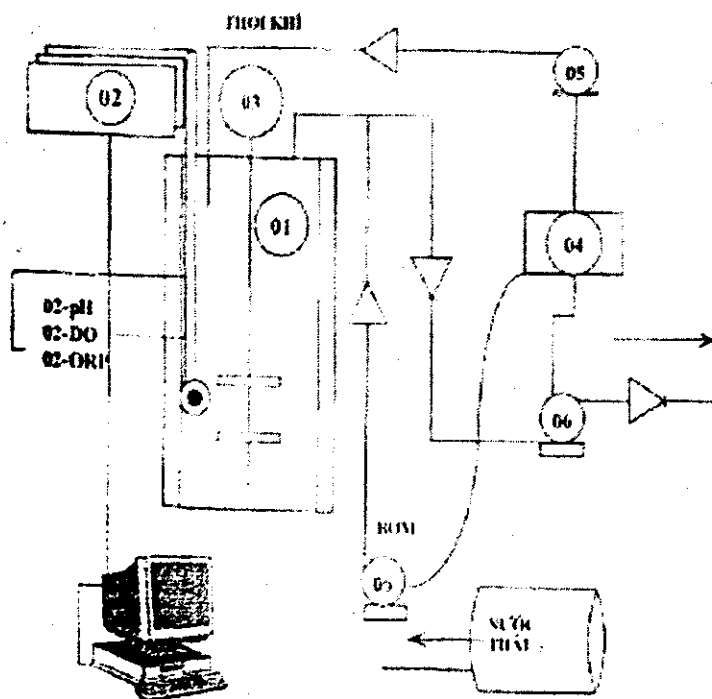
Nước thải thuộc da có thành phần nêu trong bảng 1. Bùn hoạt tính ban đầu được lấy từ hệ thống xử lý nước thải chung tại khu vực.

Bảng 1: Các thông số thành phần của nước thải thuộc da

Thông số	Trung bình (mg/l)	Khoảng nồng độ (mg/l)
COD _t	3.441	2.680-3.775
COD _h	2.756	2.486-3.078
TKN	320	180- 415
N _{org}	76	24-110
N-NH ₄	286	320-310
N-NO ₃	53	32-75
N-NO ₂	0,3	0,15-1,2
P _{tot}	5,2	1,1-5,3
Cr(III)	110	56-185
pH	8,2	7,2-6,9

3. Trình tự thí nghiệm

Ban đầu lượng bùn hoạt tính đưa vào theo tỷ lệ F/M = 0,67 nước thải thuộc da được pha loãng bằng nước vôi. Khi bùn hoạt tính thích nghi tiến hành thực nghiệm với các thông số công nghệ khác nhau, nâng dần tải trọng của hệ thống. Từ 2 chu kỳ/ngày, 6 giờ cho khử nitơ (Denitrification), 6 giờ cho Nitrat hóa (Nitrification) và thời gian lưu thủy lực (HRT) = 16 ngày, nâng dần tải trọng đến 16 chu kỳ/ngày với HRT = 2 ngày.



Hình 1: Sơ đồ hệ thống thiết bị thí nghiệm SBR

III. CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

III.1. Xác định các thông số động học đặc trưng bằng mô hình thực nghiệm

1. Xác định khoảng thời gian quá trình sục khí gián đoạn

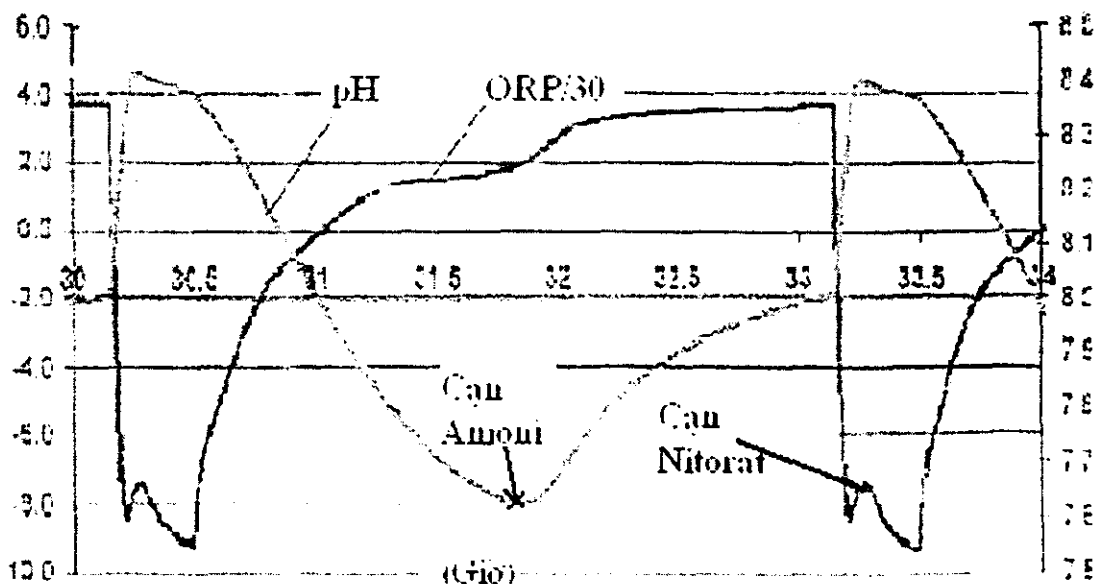
Hệ thống thiết bị thực nghiệm SBR ban đầu được vận hành với tải trọng nhỏ, khoảng thời gian cho 1 chu kỳ là 12 giờ. Căn cứ vào các giá trị ORP và pH theo biểu đồ kiểm soát liên tục chúng ta phải điều chỉnh các thông số theo hướng nâng cao dần hiệu quả xử lý. Sau hai tuần vận hành liên tục, bùn hoạt tính đạt được trạng thái ổn định bước đầu. Các số liệu thí nghiệm đã được ghi lại theo biểu đồ thí nghiệm hình 2. Bước đầu có thể nhận xét như sau: với thời gian cấp khí là 3 giờ cho quá trình nitrat hoá và 1,5 giờ cho quá trình khử nitơ vẫn còn quá lớn đối với tải trọng thực tế của hệ thống thiết bị thực nghiệm SBR. Căn cứ vào kết quả thực nghiệm với các giá trị tương ứng tại các điểm uốn "Cạn Amoni" sau 1,5 giờ và "Cạn Nitrat" sau 0,5 giờ. Như thế, quá trình thực nghiệm tiếp theo cần phải tăng tải trọng xử lý hoặc giảm độ dài thời gian phản ứng theo chu kỳ sục khí gián đoạn.

2. Xác định giá trị của pH và ORP

Tuỳ thuộc vào tải trọng xử lý và chế độ vận hành giá trị tuyệt đối pH và ORP có thể thay đổi trong khoảng giới hạn bởi hai đường cong như biểu đồ hình 2. Các giá trị thu được có thể rất khác nhau. Thế oxyhoá khử ORP của một chu kỳ sục khí gián đoạn thường giao động trong khoảng khá lớn: từ (+50) đến (-200) tuỳ thuộc vào quá trình điều khiển mà ta lựa chọn. Trong điều kiện tương tự, khi hệ thống xử lý không bị sự cố bất thường giá trị pH đo được cũng nằm trong khoảng giới hạn bởi đường cong trong biểu đồ hình 2 nhưng giao động trong khoảng từ 7,0 đến 8,5 và thay đổi chậm trong quá trình xử lý.

3. Điều khiển quá trình sục khí

Căn cứ độ dài khoảng thời gian sục khí, tải trọng xử lý và các giá trị pH, ORP thu được từ thực nghiệm ta có thể thiết lập được chế độ vận hành tối ưu theo các điểm uốn trên biểu đồ hình 2.



Hình 2: Biểu đồ kiểm soát liên tục pH và ORP trong chu kỳ sục khí gián đoạn

Bảng 2: Kết quả xác định các thông số động học đặc trưng của quá trình

Thông số	Đơn vị	Khử-N	Khử-N&C
Y_H	g. Cell COD/g. COD. oxhoá	0.66	0.65
Y_A	g. Cell COD/g. N. oxhoá	0.20	0.21
μ_{maxH}	l/ngày	12,5	13.2
b_H	l/ngày	0.41	0,23
K_s	g. COD m ³	20,0	22.1
μ_{maxA}	l/ngày	0.55	0.45
b_A	l/ngày	0.08	0.07
K_{NH}	g. N-NH ₄ m ³	0.42	0.51
k_h	g.COD/g cell COD.d	1.73	2.24
v^*X	mg.N-NH ₄ /l. ngày	141.4	148.7

III.2. Xác định các thông số động học bằng mô hình mô phỏng GPS-X

Dựa vào các thông số đặc trưng được xác định trên hệ thống thiết bị thực nghiệm SBR có thể sử dụng nhiều phương pháp tính toán triển khai khác nhau để giảm thiểu các sai số và nhanh chóng tiếp cận được chế độ công nghệ tối ưu. Xuất phát từ các thông số động học “Hình thức” của từng quá trình riêng biệt cần phải tính toán kiểm tra tính tương hợp của các thông số thực nghiệm với điều kiện thực tế.

Trong nghiên cứu này chúng tôi đã sử dụng mô hình mô phỏng GPS-X của công ty Hydromantis Canada để qui hoạch thực nghiệm và kiểm tra tính tương hợp của các thông số công nghệ trong suốt quá trình. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm đã được mô phỏng và tính toán theo các giao diện của mô hình chuyên dụng để đưa ra các thông số động học đặc trưng của quá trình trên hệ thống thiết bị SBR. Các thông số cụ thể đưa ra trong bảng 2 với sai số trong phạm vi cho phép. Đây là một trong các chương trình phần mềm được đánh giá có chất lượng tốt, đang được sử dụng rộng rãi hiện nay và đã được Hiệp hội chất lượng nước quốc tế công nhận.

IV. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu trên hệ thống thiết bị SBR trong phòng thí nghiệm đến việc mô phỏng tính toán thiết kế triển khai hệ thống xử lý nước thải thuộc da vào thực tiễn, có thể rút ra một số kết luận sau:

1. Xử lý nước thải công nghiệp thuộc da bằng bùn hoạt tính trên hệ thống thiết bị SBR hiện nay được áp dụng khá phổ biến, tuy nhiên nhiều hệ thống trong quá trình vận hành đã gặp phải các sự cố nghiêm trọng.

Nguyên nhân chủ yếu là do khi thiết kế triển khai công nghệ đã không tính toán dựa theo các thông số động học đặc trưng của quá trình. Do sự kìm hãm của các chất độc thuộc da tới quá trình hoạt động của các loại vi sinh vật của bùn hoạt tính nhiều thông số công nghệ bị thay đổi so với các quá trình xử lý thông thường.

2. Đề tài nghiên cứu xử lý nước thải thuộc da bằng bùn hoạt tính trên hệ thống thiết bị SBR đã xác định khoảng thời gian thích hợp cho quá trình sục khí gián đoạn, thiết lập được chế độ vận hành tối ưu căn cứ vào trị tuyệt đối pH và ORP của hệ thống.

3. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm đã được mô phỏng và tính toán bằng mô hình GPS-X đưa ra các thông số động học đặc trưng của quá trình. Đây là “Chìa khóa” để thiết kế hệ thống thiết bị xử lý nước thải công nghiệp thuộc da đảm bảo các yêu cầu về công nghệ, kinh tế và các tiêu chuẩn dòng thải theo qui định tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Andreottola G, Foladori P, Ragazzi M. (2001); Online control of a SBR system for nitrogenremoval from industrial wastewater; Water science and technology, p 99-109.
2. Artiga P, et al (2002); Test methodology to determine toxicity on nitrifying biofilms and toxicity of different tannery's compounds: tanning extracts, NaCl, Cr³⁺; Report of E.C. Environmental Engineering in June, Milano, Italy.
3. Avcioglu E, Orhon D and Sozen S (1998); A new method for the assessment of heterotrophic endogenous respiration rate under aerobic and anoxic conditions; Wat. Sci. Tech, 38 (8-9)95-103.
4. Manh V V, Nhan T V and Andreottola G (2003) Research characteristics of Vietnam's leather industry for applying cleaner production technology and tannery wastewater treatment; International Workshop on Environmental Engineering and Management; September 4-5, Hanoi, Vietnam.
5. Vũ Văn Mạnh và Công sự; (1998); Kiểm toán môi trường và đề xuất giải pháp giảm thiểu ô nhiễm nước thải thuộc da tại công ty Da giấy Hà nội; Báo cáo kỹ thuật trong dự án môi trường Việt nam-Canada (VCEP)
6. Hydromantis, Inc. (1999); Simulation with GPS-X software, technic manual. Hamilton, Ontario Canada.