

CÔNG NGHỆ Bùn Hoạt Tính Tuần Hoàn Dạng Mẻ - NGHIÊN CỨU SỰ LOẠI BỎ NITƠ TRONG NƯỚC THẢI NỒNG ĐỘ BOD THẤP VÀ TỶ LỆ BOD/N THẤP

Nguyễn Phương Quý¹, Lê Thanh², Vũ Đức Toàn³

Tóm tắt: Công nghệ bùn hoạt tính dạng mẻ tuần hoàn là công nghệ xử lý nitơ rất hiệu quả, được nghiên cứu, phát triển bởi Mervyn C. Goronszy từ năm 1978 cho nước thải có nồng độ BOD, tỷ lệ BOD/N đầu vào cao ở các nước phát triển hơn Việt Nam. Trong khi ở Việt Nam hiện nay – nơi mà nước thải được thu gom chung, có bể phốt tại mỗi gia đình làm nồng độ BOD và tỷ lệ BOD/N ở mức rất thấp. Một thực tế hiện nay là các NMXLNT ở Việt Nam đã được xây dựng có nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải đầu vào thấp hơn nhiều so với thiết kế. Nghiên cứu thực hiện trong quá trình kiểm soát vận hành tại NMXLNT Yên Sở trong điều kiện đưa lượng bùn dư quá mức về mức cho phép đồng thời với việc tăng lưu lượng cho thấy sự ổn định trong việc xử lý N, và sự phụ thuộc của quá trình khử nitơ vào MLSS trong điều kiện BOD thấp và tỷ lệ BOD/TN trong nước thải đầu vào thấp.

Từ khóa: Công nghệ dạng mẻ tuần hoàn, công nước thải chung, Loại bỏ nitơ, Nhà máy xử lý nước thải.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Công nghệ xử lý nước thải bùn hoạt tính dạng mẻ (SBR) được bắt đầu bằng nghiên cứu của Ardern và Lockett (1914) sử dụng một phương pháp tự nhiên (nước thải) đầy trong các thí nghiệm của họ. Quá trình thí nghiệm gồm các giai đoạn: Điền (nước thải) - filling, Thông khí - aeration, Lắng - settlement, Rút nước - draw. Thời gian lắng thường là 2 giờ và thời gian cho các giai đoạn sục khí phản ứng phụ thuộc vào số lượng chu kỳ điền đầy mỗi ngày.

Trong những năm gần đây các hệ thống SBR được phát triển và dựa theo đặc tính phản ứng có thể chia thành 4 nhóm:

(A) Định kỳ điền nước, pha phản ứng, và pha nghỉ;

(B) Định kỳ điền nước, pha phản ứng, và không có pha nghỉ;

(C) Gián đoạn điền nước vào, ngăn lựa chọn (selector), và không có pha phản ứng và pha nghỉ;

(D) Nước vào liên tục.

SBR nhóm (C) có sự khác biệt là sử dụng

một ngăn lựa chọn có thể tích cố định mà các hệ thống SBR nhóm khác không sử dụng. Với hệ thống này, nước đầu vào được gián đoạn trong pha rút nước hoặc trong pha lắng và rút nước và có tuần hoàn bùn – được gọi là Công nghệ bùn hoạt tính dạng mẻ tuần hoàn (SBR tuần hoàn). SBR tuần hoàn đã được Mervyn C. Goronszy nghiên cứu phát triển từ năm 1978 ([4], [5]). Nhóm công nghệ này đã được áp dụng xử lý quy mô lớn ở các nước Đức, Anh, Bắc Mỹ, Úc, Ấn Độ và vừa mới được áp dụng vào Việt Nam từ năm 2008 bởi SFC Việt Nam. Các nghiên cứu, báo cáo về công nghệ SBR tuần hoàn cho đến hiện nay dựa trên tính chất nước thải mà nó đã được áp dụng như trên - ở các nước phát triển hơn nơi mà nước thải có nồng độ BOD đầu vào ở mức khoảng 200mg/l và nước thải loãng nhất được phân loại khoảng 100mg/l, tuy nhiên tỷ lệ BOD/N ở mức 7÷8 : 1 – là tỷ lệ thuận lợi cho quá trình loại bỏ nitơ mà không phải bổ sung nguồn cacbon từ bên ngoài. Tại Việt Nam, BOD đầu vào khảo sát được thấp hơn 100mg/l vì nước thải bị pha loãng do bể phốt, do cống thu gom chung nước mưa và phân hủy tự nhiên trên các sông, hồ, kênh rạch trước khi được dẫn

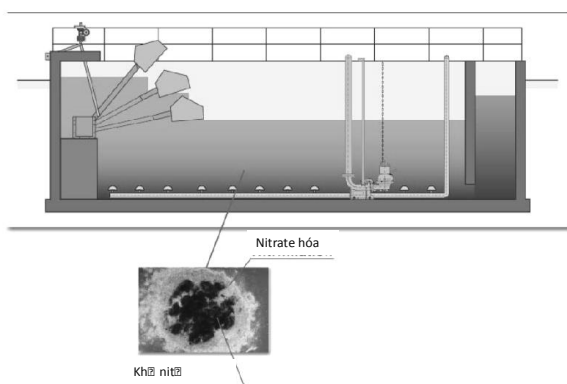
¹ Công ty CP Đầu tư Phát triển Môi trường SFC Việt Nam

² Công ty CP Đầu tư Xây dựng và Thương mại Phú Điền

³ Khoa Môi trường, trường Đại học Thủy Lợi

về Nhà máy xử lý nước thải (NMXLNT); và cũng vì vậy mà trong lúc BOD giảm đáng kể thì các chỉ tiêu $N-NH_3$, Tổng N (TN) ở mức cao như nước thải chưa được pha loãng như vốn có và ở mức BOD/N ở mức $< 3 : 1$.

Quá trình nitrat hóa / khử nitơ đồng thời trong khí hậu lạnh và nồng độ nước thải đầu vào không bị pha loãng đã được chứng minh trong các nhà máy ở Áo Grossarl ([2], [3], [5]); và vào năm 1994 ở các nước khác châu Âu. Các nhà máy đầu tiên như sử dụng công nghệ này ở Đức là Potsdam (CHLB Đức, 90.000 pe) và Neubrandenburg (CHLB Đức, 140.000 pe) cơ sở. Năm 2008 là Nhà máy ở khí hậu nhiệt đới: Jelutong – Malaysia cũng đã được áp dụng có hiệu quả cho quá trình này ở mức nồng độ BOD 250mg/l [2].



Hình 1. Sơ đồ của 1 bể SBR tuần hoàn và quá trình khử Nitơ trong bông bùn

Nhà máy xử lý nước thải đầu tiên áp dụng công nghệ SBR tuần hoàn tại Việt Nam là tại thành phố Vinh (vận hành năm 2012), thành phố Bắc Ninh (2013), Yên Sở - Hà Nội (2013), Hồ Tây – Hà Nội (2013).

Vì chưa có nhiều NMXLNT được vận hành ở Việt Nam vào thời điểm xây dựng, các NMXLNT trước đó áp dụng công nghệ CAS (Bùn hoạt tính truyền thống), A2O (Bùn hoạt tính dòng liên tục có các bước hiếu khí – yếm khí – thiếu khí), Hồ sinh học không được thiết kế để xử lý Nitơ, đặc biệt là $N-NH_3$ nên không

có đánh giá nào về tương quan nồng độ các chất trong nước thải đầu vào để có thể làm số liệu tham khảo thiết kế cho các NMXLNT mới này. Hơn nữa, các NMXLNT này được thiết kế khi chưa có hệ thống thu gom nước thải, do đó, nồng độ các chất đầu vào đều phải dựa vào giả định và tham khảo các số liệu quốc tế. Một thực tế xảy ra sau đó là số liệu thiết kế khác xa số liệu thực tế như NMXLNT Yên Sở sau đây.

Nhà máy xử lý nước thải Yên Sở được xây dựng ở trung tâm thành phố thủ đô Hà Nội ở miền Bắc, bắt đầu vận hành từ năm 2012. Nước thải đầu vào được bơm từ sông Kim Ngưu và sông Sét – là hai con sông thoát nước đô thị của thành phố Hà Nội.

Nhà máy SBR tuần hoàn Yên Sở bao gồm 8 bể SBR tuần hoàn với thể tích hiệu dụng $8.500m^3$ /bể. Trong thời gian từ tháng 10/2013 đến 7/2014 là thời gian điều chỉnh các thông số vận hành trong điều kiện bùn dư quá mức trong các bể do quá trình vận hành trước đây chưa ổn định để lại.

Vì đặc tính chung của các đô thị Việt Nam là nước thải sản xuất thường có trong nước thải đô thị, do đó ngày nay các Nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt tập trung (hay nói đúng hơn là nước thải cho các đô thị) ngoài việc phải tuân thủ các tiêu chuẩn nước thải sinh hoạt mà còn phải tuân thủ theo nước thải công nghiệp. Theo đó, các tiêu chuẩn hiện nay mà nước thải sau xử lý của một NMXLNT sinh hoạt tập trung phải tuân thủ là TCVN 7222 : 2002, QCVN 40:2011/BTNMT, QCVN 14:2008/BTNMT. Trong đó TCVN 7222 : 2002 quy định tiêu chuẩn nước thải sau xử lý cho các NMXLNT chỉ xử lý bậc 1, có xử lý bậc 2 và có xử lý bậc 3. Theo đó các NMXLNT nói chung phải tuân thủ bậc 2 khi mà bậc 2 (xử lý sinh học) đều được áp dụng. Còn QCVN 40:2011/BTNMT, QCVN 14:2008/BTNMT quy định 2 cột A và B, trong đó quy định Cột A đối với quy định hai mức giới hạn cột A (khi nguồn tiếp nhận dùng mục đích cho nước cấp sinh hoạt) và cột B (nguồn khác).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thực nghiệm hiện trường

Trong thời gian nghiên cứu, lượng MLSS trong các bể giảm từ 6.105mg/l xuống còn 2.961mg/l và lưu lượng xử lý tăng từ 60.000m³/ngày lên 200.000m³/ngày. Trong quá trình điều chỉnh này được thiết lập duy trì một chế độ vận hành cố định, không bổ sung nguồn carbon, bùn được rút dần và lưu lượng nước thải tăng dần dưới sự kiểm soát chặt chẽ đảm bảo cho nồng độ TN, N-NH₃ luôn nằm trong khoảng tiêu chuẩn B.

2.2. Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu

Mẫu nước thải được lấy tại từng bể SBR, tổ hợp của 6 chu kỳ/ngày. Mẫu đầu vào được lấy tại các vị trí đầu vào của mỗi bể – tại thời điểm điền nước vào và đầu ra tại các đầu ra của mỗi bể - tại thời điểm rút nước ra.

Phương pháp và thiết bị cụ thể cho từng chỉ tiêu: (1) Amonia: Method 8155 –Hach: Salicylate Method 0,01đến 0,50 mg/L NH₃–N; Máy quang phổ DR2800-Hach. (2) TN: Method 10072-Hach: Persulfate Digestion Method Method 10072, 2 to 150 mg/L N (HR)'; Máy nung phá mẫu DBR 200-Hach và Máy quang phổ DR2800-Hach. (3) BOD: Method 8034-Hach, Máy đo DO YSI 5000.

Sử dụng máy phân tích nhanh và thuốc thử của hãng Hach – Hoa Kỳ cung cấp.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Các thông số thiết kế và thực tế phân tích trong thời gian nghiên cứu như bảng 1.

Bảng 1. Các thông số nước thải của NMXLNT Yên Sở

Thông số	Giá trị thiết kế	Giá trị thực tế
1. Đầu vào		
Lưu lượng tối đa, m ³ /day	200.000	200.000
BOD ₅ , mg/l	250	76 (±144) ^(a)

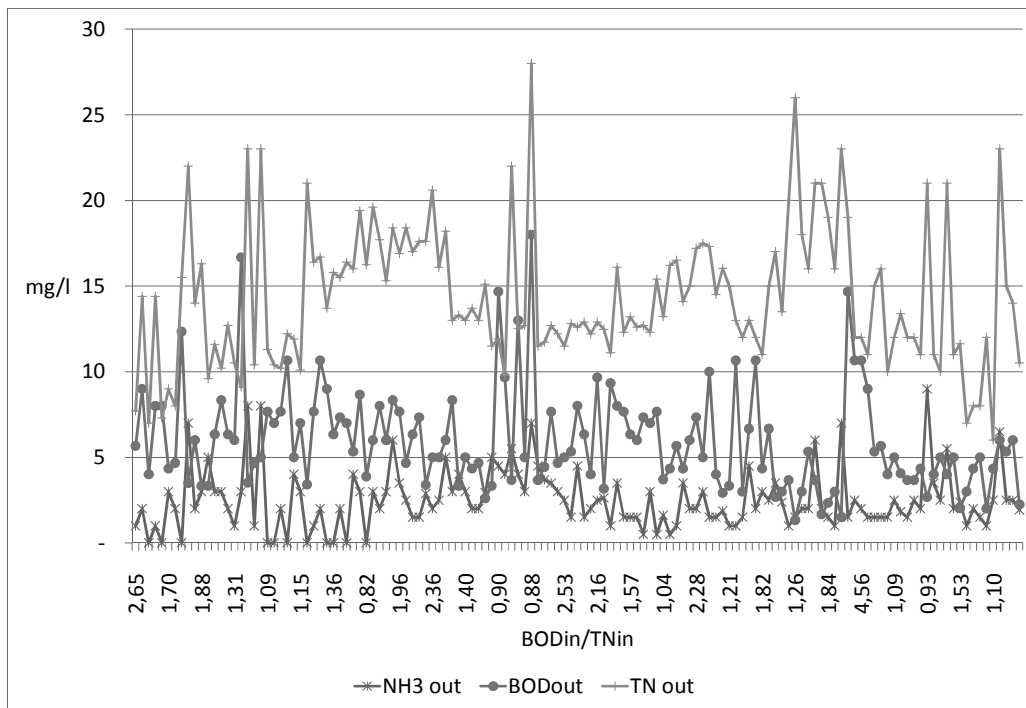
TN, mg/l	40	47 (±61)	
N-NH ₃ , mg/l	30	41 (±55)	
2. Đầu ra			
BOD ₅ , mg/l	30 ^(b)	50 ^(c)	6 (max 18)
TN, mg/l	20	40	14 (max 28)
N-NH ₃ , mg/l	5	10	2,7 (max 9)

(a): giá trị trung bình (độ lệch giữa giá trị min và max). Giá trị min là giá trị nhỏ nhất đo được, max là giá trị lớn nhất đo được; (b): giá trị ứng với cột A trong QCVN 14:2008/BTNMT; (c): giá trị ứng với cột B trong QCVN 14:2008/BTNMT.

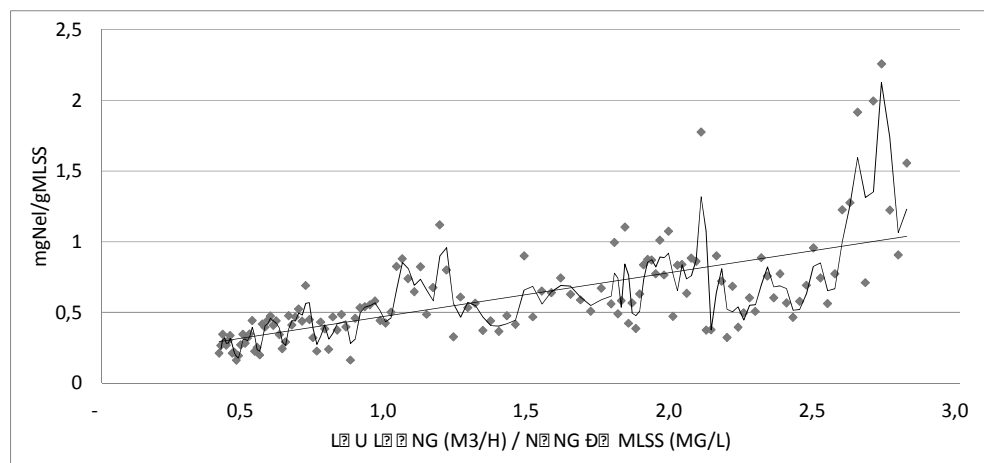
Số liệu vận hành cho thấy đầu vào BOD₅ rất thấp (76mg/l) và sự biến động lại rất cao (giá trị lớn nhất và nhỏ nhất chênh lệch 144mg/l); trong lúc đó giá trị TN / N-NH₃ lại rất cao so với BOD₅ và cũng biến động lớn – đặc biệt là N-NH₃ – tương ứng TN: 47 (±61); N-NH₃: 41 (±55).

Tỷ lệ BOD₅in (in - dòng vào) /TNin thấp và biến động lớn: 0,65 ÷ 4,77 và trung bình tương ứng chỉ là 1,82 / 1,75. BOD₅ sau xử lý đạt được trung bình là 5,6 / 6,0 và giá trị tối đa 9 / 18mg/l đồng nghĩa với việc đạt được tiêu chuẩn cột A. Nồng độ trung bình TNout (out - dòng ra) đạt được cột B nhưng có đến 8%/10% số mẫu chỉ đạt cột A. Tương tự N-NH₃out trung bình đạt cột B nhưng có đến 5% / 8% số mẫu chỉ đạt cột A, theo đó chiếu theo quy định của Tiêu chuẩn Việt Nam thì chỉ đạt cột B. Hình 2 cho thấy quá trình khử N là khá ổn định.

Sự biến đổi của tỷ lệ khử nitơ trong suốt thời gian này được thể hiện trong hình 3. Kết quả thu được ở trên cho thấy quá trình khử nitơ là không bị hạn chế bởi giới hạn trên về tỷ lệ khử nitơ mà chỉ đơn giản phụ thuộc vào nguồn cung cấp nitơ là bao nhiêu. Giá trị lên tới 0,61mgN/gMLSS.giờ đã được quan sát trong điều kiện tỷ lệ trong nước thải đầu vào BOD:TN chỉ 1,75:1.



Hình 2. Nồng độ các chất sau xử lý NMXLNT Yên Sở



Hình 3. Tỷ lệ khử Nitơ / lượng MLSS biến đổi theo tỷ lệ lưu lượng nước thải vào / nồng độ MLSS trong bể SBR tuần hoàn

3. KẾT LUẬN

Tùy thuộc vào chế độ vận hành được kiểm soát hợp lý mà SBR tuần hoàn có thể vận hành ổn định được trong điều kiện nước thải pha loãng với tỷ lệ BOD:N rất thấp ở điều kiện khí hậu nhiệt đới. Nghiên cứu thực hiện trong quá trình kiểm soát vận hành tại NMXLNT Yên Sở trong điều kiện đưa lượng bùn dư quá mức về

mức cho phép đồng thời với việc tăng lưu lượng cho thấy sự ổn định về chất lượng N trong nước thải sau xử lý và đạt cột B của Tiêu chuẩn Việt Nam mà không cần bổ sung nguồn carbon từ bên ngoài. Quá trình khử nitơ là không bị hạn chế bởi giới hạn trên về tỷ lệ khử nitơ mà chỉ phụ thuộc vào nguồn cung cấp nitơ là bao nhiêu. Giá trị lên tới 0,61mgN/gMLSS.h

đã được quan sát trong điều kiện nước thải đầu vào có BOD trung bình chỉ 76mg/l và tỷ lệ BOD:TN chỉ 1.75:1.

Trên cơ sở nghiên cứu này, sẽ tiếp tục nghiên cứu với nguồn nước sông Cầu Bậy là nguồn nước tương tự có nồng độ nước thải đầu vào loãng vì thu gom chung và đã được giảm đáng kể bởi các bể phốt gia đình để nghiên cứu công nghệ phù hợp.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Ban lãnh

đạo và Công ty Cổ phần Đầu tư Xây dựng và Thương mại Phú Điền, Công ty Cổ phần Đầu tư Phát triển Môi trường SFC Việt Nam đã tạo điều kiện rất thuận lợi cho chúng tôi được nghiên cứu trong thời gian dài. Chúng tôi cũng xin cảm ơn Tiến sỹ Gunnar Demoulin – là một trong những người nghiên cứu phát triển cùng với nhà phát minh Mervyn C. Goronszy công nghệ Công nghệ Chu kỳ Bùn hoạt tính đã có những ý kiến góp ý quý báu cho nghiên cứu của chúng tôi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. German ATV-DVWK-Standard, 131E (2000), Dimensioning of Single-Stage Activated Sludge Plants. May 2000, ISBN 3-935669-96-8.
- [2]. Gunnar Demoulin (2006), Progress on the world's largest SBR.
- [3]. Gunnar Demoulin & Subasish Dutt (2005), Aerated denitrifying SBR process to meet quality and other drivers in UK.
- [4]. Mervyn Charles Goronszy (1998), Aerated removal of nitrogen pollutants from biologically degradable wastewaters, WO 1998030504 A1, Application number PCT/AU1998/000011.
- [5]. Peter A. Wilderer, Robert L. Irvine, Mervyn C. Goronszy, Nazik Artan, Gunnar Demoulin, Jurg Keller, Eberhard Morgenroth, Geert Nyhuis, Kazuhiro Tanaka and Michel Torrijos (2000) Scientific and Technical Report on Sequencing Batch Reactor Technology.
- [6]. World Bank (2013), Nghiên cứu đánh giá nước thải đô thị Việt Nam, 12/2013.

Abstract:

CYCLIC SEQUENCING BATCH REACTOR TECHNOLOGY – RESEARCH ON THE NITROGEN REMOVAL IN LOW BOD AND LOW BOD/N RATIO WASTEWATER

Cyclic sequencing batch reactor technology is very effective for nitrogen removal, was studied, developed by Mervyn C. Goronszy since 1978 for high strength BOD, good ratio BOD/N in wastewater in developed countries than Vietnam. While in Vietnam today - where combined sewage network was built, with septic tanks in each family and so BOD and ratio of BOD / N are very low. A current practice in Vietnam where all wastewater treatment plants has been built with the concentration of pollutants in wastewater is lower than design. Research conducted during the control of operation of Yen So wastewater treatment plant in condition to reduce the excessive amounts of waste sludge at the same time allowing for the increased flow shows stability in the removal of N, and the dependence of nitrogen removal on MLSS in BOD and ratio of BOD/TN in wastewater are low.

Keywords: Cyclic Sequencing Batch Reactor Technology, Combined sewage network, Nitrogen removal, Wastewater treatment plant.

Người phản biện: **GS.TS. Trần Hữu Uyển**

BBT nhận bài: 03/9/2014

Phản biện xong: 15/9/2014