

# MÔ HÌNH HOÁ QUÁ TRÌNH XỬ LÝ SINH HỌC YẾM KHÍ – THIẾU KHÍ – HIẾU KHÍ ĐỐI VỚI NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

NGUYỄN XUÂN NGUYỄN, TRẦN VĂN NHÂN, SRENG SOKVUNG

## I. MỞ ĐẦU

Công nghệ xử lý nước thải (XLNT) kết hợp các quá trình yếm khí – thiếu khí – hiếu khí (Anaerobic – Anoxic – Oxidic: AAO) thực hiện một hay nhiều bậc xử lý hiện đang được áp dụng rộng rãi để XLNT sinh hoạt và công nghiệp.

CN 2000 (hình 1) là tên gọi của thiết bị dạng tháp xử lý nước thải theo nguyên lý công nghệ AAO trên lớp đệm vi sinh bám, được hình thành năm 2000, công bố năm 2003 [1] và đang được sử dụng rộng rãi để XLNT cho nhiều bệnh viện (bệnh viện Hữu nghị, bệnh viện Xanh Pôn, bệnh viện Thanh Nhàn, Trung tâm HIV, Viện Pasteur TP HCM, v.v...).

Trong bài này chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu mô hình hoá các quá trình XLNT bệnh viện theo công nghệ AAO trên thiết bị CN 2000 nhằm tính toán dự báo diễn biến các thông số nước thải trong quá trình xử lý để làm cơ sở vận hành tối ưu quá trình XLNT.

## II. XÂY DỰNG MÔ HÌNH

• Thiết bị CN 2000 được chia ra thành các ngăn. Mỗi ngăn thực hiện một quá trình xử lý sinh học khác nhau (hình 2: a, b, c). Đối với nước thải bệnh viện thì sử dụng sơ đồ công nghệ hình 2a.

Chúng tôi đã nghiên cứu xây dựng mô hình toán mô tả các mối quan hệ giữa các thông số của nước thải đầu vào thiết bị với các thông số trạng thái (tải trọng của quá trình XLNT) và thông số nước thải ở đầu ra của các ngăn xử lý và của thiết bị. Vậy đối với quy trình hình 2a ta xây dựng các mô hình sau:

1) Mô hình xác định thông số COD đầu ra của ngăn xử lý yếm khí qua các thông số của nước thải đầu vào thiết bị là lưu lượng và thông số COD.

Mô hình có dạng sau:

$$\text{COD}(U)_r = a_1 \cdot Q_v^{a_2} \cdot \text{COD}_v^{a_3} \quad (1)$$

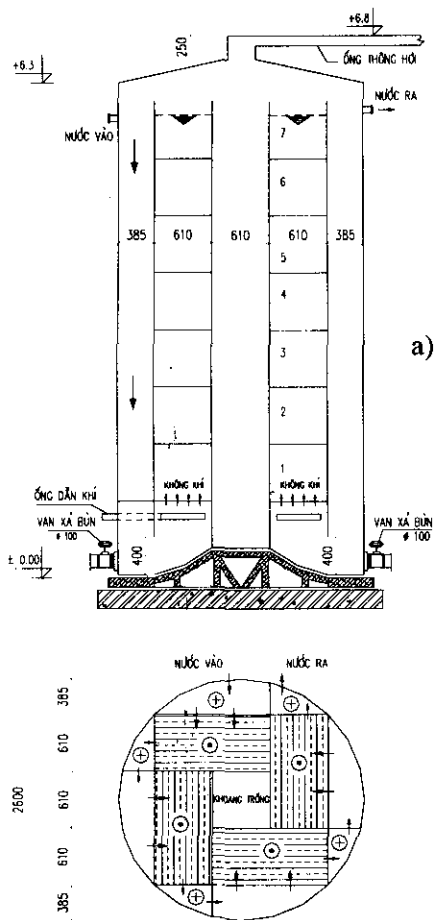
trong đó:  $\text{COD}(U)_r$ : Thông số COD đầu ra của ngăn xử lý yếm khí, [mg/l];  $\text{COD}_v$ : Thông số COD đầu vào thiết bị CN 2000, [mg/l];  $Q_v$ : Lưu lượng nước thải đi vào thiết bị CN 2000, [ $\text{m}^3/\text{h}$ ];  $a_1, a_2, a_3, a_4$ : Các hệ số của mô hình cần phải xác định.

2) Mô hình tính tải trọng của ngăn thiếu khí qua các thông số đầu vào thiết bị của nước thải gồm lưu lượng, thông số COD và nồng độ nitơ tổng trong nước thải.

Mô hình có dạng sau:

$$\text{TT}(A) = a_1 \cdot Q_A^{a_2} \cdot \text{NT}_v^{a_3} \cdot \text{COD}(U)_r^{a_4} \quad (2)$$

trong đó:  $\text{TT}(A)$ : Tải trọng thể tích theo nitơ tổng của ngăn xử lý thiếu khí Anoxi, [ $\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{ngày}$ ];  $A$ : Lưu lượng nước thải đi vào ngăn xử lý thiếu khí Anoxi, [ $\text{m}^3/\text{h}$ ];  $\text{NT}_v$ : Nồng độ nitơ tổng đi vào thiết bị CN 2000, [mg/l];  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ : Là các hệ số của mô hình cần phải xác định.



Hình 1. Thiết bị CN 2000 XLNT bệnh viện

Thiết bị gồm 4 ngăn xử lý chính (có đệm vi sinh bám), mỗi môđun thiết bị công suất từ 200 đến 250 m<sup>3</sup>/nd

a. Mặt cắt cấu tạo thiết bị;

⊕ : dòng nước thải hướng đi xuống; ⊖ : dòng nước thải hướng đi lên;

b. Trạm XLNT bệnh viện Thanh Nhân – Hà Nội;

Công suất 800 m<sup>3</sup>/nd, gồm 4 môđun thiết bị

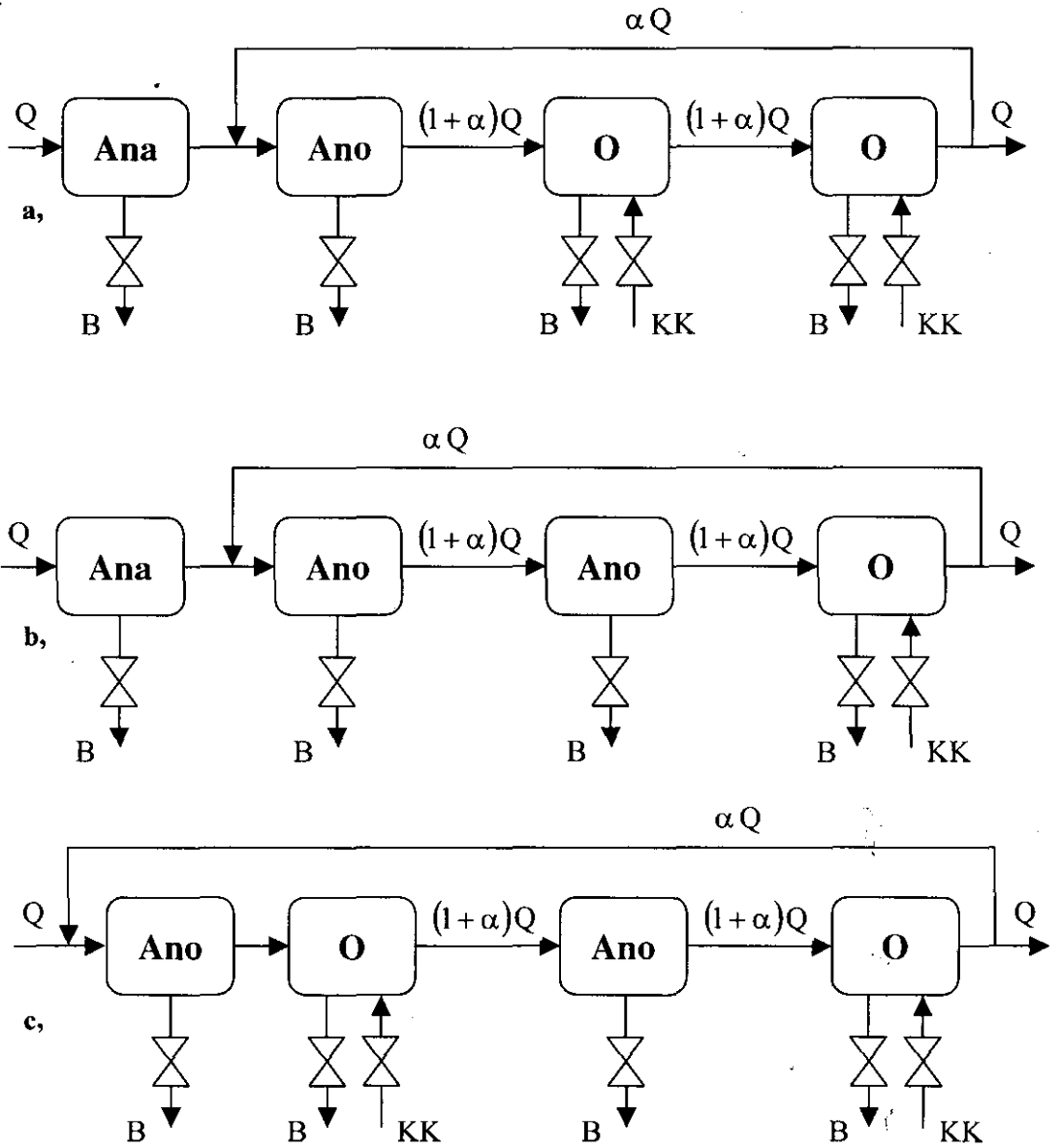
3) Mô hình tính tải trọng thể tích của ngăn hiếu khí (oxic) qua các thông số đầu vào là lưu lượng, thông số COD và nồng độ nitơ tổng của nước thải vào thiết bị.

Mô hình có dạng sau:

$$TT(O) = a_1 \cdot Q_A^{a_2} \cdot COD(U)_r^{a_3} \cdot NT_v^{a_4} \quad (3)$$

trong đó: TT(O): Tải trọng thể tích theo BOD của ngăn xử lý hiếu khí, [kg BOD/m<sup>3</sup>.ngày]; COD(U)<sub>r</sub>: Thông số COD đầu ra của ngăn xử lý yếm khí, [mg/l]; NT<sub>v</sub>: Nồng độ nitơ tổng đầu vào thiết bị CN 2000, [mg/l]; a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>, a<sub>4</sub>, a<sub>5</sub>: Các hệ số của mô hình cần phải xác định.

Các hệ số của mô hình (1), (2), (3) được xác định theo phương pháp bình phương bé nhất [2].



Hình 2. Sơ đồ công nghệ các ngăn của thiết bị CN 2000 XLNT bệnh viện  
 Ana: ngăn xử lý yếm khí; Ano: ngăn xử lý thiếu khí; O: ngăn xử lý hiếu khí;  
 $\alpha$  : hệ số hồi lưu bùn và nước thải từ ngăn hiếu khí về ngăn thiếu khí;  
 Q: lưu lượng nước thải; B: dòng bùn thải;  
 KK: dòng không khí được cấp cho các ngăn xử lý hiếu khí

Các mô hình (1), (2), (3) cho phép tính toán dự báo diễn biến các thông số nước thải bên trong thiết bị CN 2000 trên cơ sở thông số đầu vào đã biết hoặc có thể đo được trong quá trình vận hành thiết bị XLNT.

### III. KẾT QUẢ

Từ thực tế đo đạc các thông số nước thải của các trạm XLNT bệnh viện Thanh Nhân – Hà Nội (bảng 1) thực hiện quá trình xử lý theo sơ đồ hình 1a trong 4 ngăn của thiết bị CN 2000 đã xác định được các hệ số của các mô hình (1), (2), (3) như sau:

1. Mô hình tính thông số COD đầu ra ngăn yếm khí của các thiết bị CN 2000:

$$\text{COD}(U)_r = 6,785949 \cdot Q_v^{-0,5030199} \cdot \text{COD}_v^{0,7397708} \quad (4)$$

với  $R^2 = 0,78104$ .

2. Mô hình tính tải trọng thể tích theo nitơ tổng của ngăn xử lý thiếu khí (Ano) của các thiết bị CN 2000:

$$\text{TT}(A) = 1,538447 \cdot 10^{-4} \cdot Q_A^{1,112162} \cdot \text{NT}_v^{1,606313} \cdot \text{COD}(U)_r^{0,028883} \quad (5)$$

với  $R^2 = 0,98287$ .

3. Mô hình tính tải trọng thể tích theo BOD của ngăn xử lý hiếu khí (Oxic) của các thiết bị CN 2000:

$$\text{TT}(O) = 1,078795 \cdot 10^{-3} \cdot Q_A^{0,9019632} \cdot \text{COD}(U)_r^{0,9155014} \cdot \text{NT}_v^{0,025562} \quad (6)$$

với  $R^2 = 0,987583$ .

Trong đó:  $Q_v$ : Công suất XLNT, [ $\text{m}^3/\text{nd}$ ];  $\text{TT}(A)$ , [ $\text{kg NT}/\text{m}^3 \cdot \text{nd}$ ];  $\text{TT}(O)$ , [ $\text{kg BOD}/\text{m}^3/\text{nd}$ ];  $\text{COD}_v$ ,  $\text{COD}(U)_r$ : Thông số COD của nước thải đầu vào các thiết bị CN 2000 và ở đầu ra của ngăn yếm khí (Anaerobic), [ $\text{mg}/\text{l}$ ];  $\text{NT}_v$ : Nồng độ nitơ tổng của nước thải ở đầu vào thiết bị, [ $\text{mg}/\text{l}$ ];

Bảng 1. Các kết quả phân tích diễn biến các thông số nước thải qua các ngăn xử lý của thiết bị CN 2000

TT	$Q_v$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	$\text{COD}_v$ ( $\text{mg}/\text{l}$ )	$\text{COD}(U)_r$ ( $\text{mg}/\text{l}$ )	$\text{NT}_v$ ( $\text{mg}/\text{l}$ )	$\text{NT}_r$ ( $\text{mg}/\text{l}$ )	$\text{BOD}_r$ ( $\text{mg}/\text{l}$ )
1	12,2	270,0	134,0	34	11	10,8
2	10,9	231,3	125,8	29	10	11,0
3	10,0	309,3	171,2	21	11	10,2
4	12,2	187,7	85,1	30	12	6,2
5	12,7	314,4	139,4	33	9	8,3
6	13,0	328,1	119,5	28	12	11,1
7	13,0	241,9	116,4	26	11	6,7
8	12,4	189,1	94,2	28	11	6,7

9	11,5	230,7	116,7	27	10	8,6
10	12,0	224,8	94,4	26	10	6,2
11	12,6	320,2	159,2	21	10	11,9
12	13,1	334,9	136,2	35	9	12,1
13	12,2	346,6	142,4	26	10	9,9
14	11,7	198,1	118,8	27	9	10,4
15	12,1	182,7	90,2	27	10	6,0
16	10,3	197,5	108,6	29	11	7,1
17	10,9	187,8	79,6	22	12	4,2
18	11,2	231,2	135,7	30	11	11,4
19	13,1	248,2	104,2	26	9	6,5
20	10,5	207,7	106,3	32	10	6,8
21	11,3	250,2	132,1	31	11	7,3
22	11,0	287,6	115,6	32	9	7,2
23	10,6	279,2	103,3	23	9	8,3
24	11,4	334,0	138,7	22	10	12,9
25	12,5	244,4	103,2	22	9	7,7

• Sử dụng các mô hình (4), (5), (6) để tính toán các thông số nước thải tại đầu ra của thiết bị CN 2000 gồm COD(U)<sub>r</sub>, NT<sub>r</sub> (nồng độ nitơ tổng đầu ra), BOD<sub>r</sub> (BOD<sub>5</sub> đầu ra) trên cơ sở các thông số đo được ở đầu vào của thiết bị.

Các kết quả tính toán đối chứng với thực tế tại các trạm XLNT bệnh viện Thanh Nhân, Xanh Pôn và Trung tâm HIV – Hà Nội trình bày trong bảng 2.

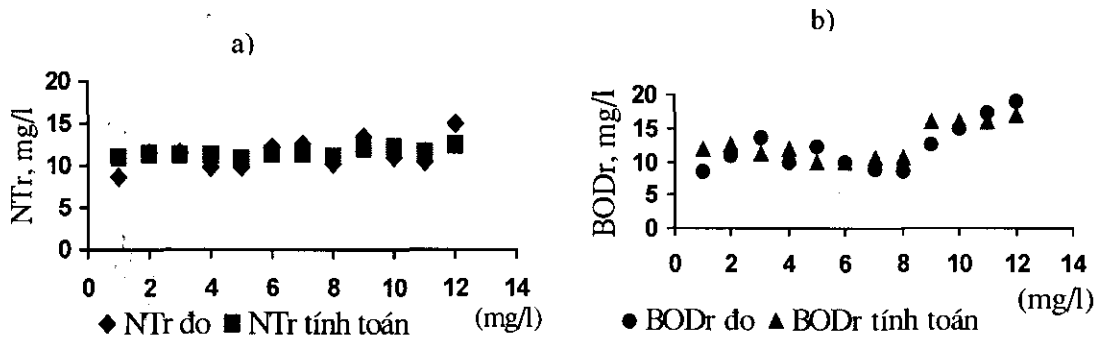
Phát triển cách lập luận như trên có thể xây dựng tiếp các mô hình của các tổ hợp của quá trình AAO theo sơ đồ công nghệ hình 2b và 2c trong thiết bị CN 2000.

Bảng 2. Kết quả tính toán các thông số XLNT của thiết bị CN 2000

TT	Bệnh viện	Thông số đầu vào (đo đạc)			So sánh thông số đầu ra thiết bị (đo và tính toán)			
		Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /h)	COD <sub>v</sub> (mg/l)	NT <sub>v</sub> (mg/l)	NT <sub>r</sub> (mg/l)		BOD <sub>r</sub> (mg/l)	
					Đo đạc	Tính toán	Đo đạc	Tính toán
1	Thanh Nhân	10,95	341,15	23,04	8,65	11,0	8,52	11,86
2		10,60	363,44	25,52	11,55	11,36	10,89	12,60
3		12,32	347,52	33,32	11,51	11,29	13,72	11,23
4		12,53	357,11	27,12	9,75	11,26	9,68	11,80

5	Xanh Pôn	12,85	298,19	23,04	9,81	10,85	12,31	9,92
6		11,80	290,65	26,38	12,18	11,36	9,89	9,69
7		11,47	315,23	27,12	12,53	11,43	8,81	10,58
8		12,57	311,54	24,40	10,17	11,05	8,53	10,37
9	Trung tâm HIV	7,85	443,50	35,80	13,36	12,02	12,49	15,93
10		6,95	436,62	37,21	10,97	12,21	14,85	15,98
11		6,54	450,60	39,05	10,40	11,61	17,26	15,91
12		8,09	454,18	34,37	14,94	12,48	18,84	17,07

Biểu diễn các kết quả đo và tính toán của các thông số đầu ra thiết bị CN 2000 trên đồ thị ta có:



Hình 3. So sánh các thông số đầu ra thiết bị CN 2000 (đo đạc và tính toán theo mô hình)

a. Nồng độ NT đầu ra; b. Thông số BOD đầu ra

#### IV. KẾT LUẬN

Đã xác định được các mô hình tính toán các ngăn xử lý yếm khí, thiếu khí và hiếu khí thực hiện các quá trình AAO trên thiết bị CN 2000 để XLNT các bệnh viện.

Mô hình đã được sử dụng để tính toán kiểm chứng tại các trạm XLNT đang hoạt động cho kết quả tương đối chính xác so với kết quả thực nghiệm (bảng 2, hình 3).

Việc sử dụng mô hình toán (1) đến (6) cho phép hình thành các bài toán tối ưu hoá thiết kế hoặc các bài toán vận hành hợp lý các quá trình XLNT bệnh viện trên các thiết bị CN 2000.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Xuân Nguyên và cộng sự - Thiết bị CN 2000 xử lý nước thải, Công báo sử hữu công nghiệp, tập A, số 186 (2003).
2. Nguyễn Xuân Nguyên, Phạm Hồng Hải, Trần Văn Nhân, Srng Sokvung - Mô hình thực nghiệm thống kê mô tả quan hệ giữa các chỉ tiêu hoá lí cơ bản của nước thải bệnh viện, Tạp chí Khoa học và Công nghệ 44 (2) (2006) 13-17.
3. Nguyễn Xuân Nguyên, Phạm Hồng Hải - Lí thuyết và mô hình hoá quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học, NXB KHK, Hà Nội, 2003.

4. Trịnh Xuân Lai - Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải, NXB Xây Dựng, Hà Nội, 2000.

### SUMMARY

#### THE ANAROBIC – ANOXIC – OXIC (AAO) PROCESS MODELING OF CN 2000 EQUIPMENT FOR HOSPITAL WASTEWATER TREATMENT

The “CN 2000” apparatus is an wastewater treating biological equipment to be used for hospital wastewater. CN 2000 was designed to ensure that the wastewater output reach the Vietnam standard.

The AAO process modeling of CN 2000 equipment are created to calculate the concentration of the parameters wastewater based on the input to the CN 2000.

As a result, depend on the calculation by our formula may help us easier than usual method to define the suitable and optimal operation condition for wastewater treatment system by CN 2000 equipment.

*Địa chỉ:*

*Nhận bài ngày 14 tháng 4 năm 2006*

Nguyễn Xuân Nguyên,

Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Trần Văn Nhân, Sreng Sokvung,

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.