

# **Xử lý nước thải y tế và nhu cầu phát triển, ứng dụng các công nghệ xử lý tiên tiến**

○ **TS.VS. NGUYỄN THỊ THANH NHÀN**  
Tổng Giám đốc Công ty AIC

**H**iện nay, cả nước có gần 13.700 cơ sở y tế (CSYT), trong đó có 1.260 bệnh viện (BV); 1.037 CSYT hệ dự phòng; 100 cơ sở đào tạo; 180 cơ sở sản xuất dược phẩm và trên 11.000 Trạm y tế cấp phường, xã. Tổng lượng nước thải y tế (NTYT) từ các BV và CSYT nói trên khoảng 125.000-150.000m<sup>3</sup>/ ngày đêm.

## **1. Nước thải bệnh viện và cơ sở y tế được xác định là chất lỏng cũng như các chất hòa tan sinh ra trong bệnh viện.**

Trong nước thải bệnh viện chứa nhiều hóa chất và các vi sinh vật khác nhau, đặc biệt là các vi sinh vật gây bệnh và các nguồn gây bệnh khác. Các hóa chất có mặt trong nước thải BV thuộc nhiều nhóm như: Các kháng sinh, các chất khử trùng, các chất hóa dược khác nhau, các chất đồng vị phóng xạ... Việc xả thải nước thải BV và CSYT chưa qua xử lý ra môi trường tự nhiên, mạng lưới thu gom nước

thải thành phố, có thể gây ra nhiều vấn đề như đe dọa sức khỏe cộng đồng, làm mất cân bằng sinh thái của các thủy vực, tích lũy độc tố trong chuỗi sinh thái và môi trường.

Vấn đề NTYT nguy hại đã trở thành vấn đề bức xúc với môi trường và sức khỏe cộng đồng. Việc xử lý nước thải các BV và CSYT đã được Đảng và Nhà nước quan tâm đặc biệt, thể hiện qua hệ thống đồ sộ các văn bản và cơ sở pháp lý, được coi như một trong các Chương trình trọng điểm quốc gia trong thời kỳ phát triển và hội nhập của đất nước.

## **2. Hiện trạng các công nghệ xử lý nước thải y tế nguy hại**

Nước thải y tế trong các BV phát sinh ba nguồn chính: Nước thải từ các phòng điều trị, xét nghiệm... Nguồn này được đánh giá là nguồn thải nguy hại vì chứa nhiều loại bệnh phẩm với nhiều vi sinh vật gây bệnh, vi rút, ký sinh trùng,... Nước thải chứa hóa chất sinh ra từ các phòng dược, có các loại thuốc, vacxin, huyết thanh, dung môi hữu cơ, hóa chất xét nghiệm, hóa chất phóng xạ từ các khoa chụp chiếu hình ảnh,... Nước thải sinh hoạt từ các bệnh nhân ngoại trú, nội trú, người nhà bệnh nhân, cán bộ công nhân viên, từ khu nhà ăn,... Trung bình các thông số ô nhiễm chính của nước thải y tế đầu vào của các BV và CSYT các tuyến được thể hiện trong bảng sau:

**Bảng: Giá trị các thông số của nước thải y tế**

TT	Bệnh viện	pH	DO (mg/l)	H <sub>2</sub> S (mg/l)	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	COD (mg/l)	Tổng Phospho (mg/l)	Tổng Nitrogen (mg/l)	SS (mg/l)
1	<b>Theo tuyến</b>								
1.1	Trung ương	6.5-6.9	1-1.5	4-7	130-200 (165)	300-470 (385)	2-4	80-100 (90)	200-300
1.2	Tỉnh	6.5-6.8	1.2-1.3	5-6	160-220 (190)	260-350 (305)	2-5	75-80 (80)	210-300
1.3	Ngành	6.5-7	1.2-1.8	4-5	140-180 (160)	230-280 (255)	1.5-3	45-65 (55)	170-240

2	Theo chuyên khoa								
2.1	Đa khoa	6-6.7	1.3-1.5	4-6	140-180 (160)	350-425 (388)	1.5-2.5	80-88 (84)	230-300
2.2	Lao	6-6.5	1.5-2	4-7	140-200 (170)	250-350 (300)	1.1-2.5	45-65 (55)	200-250
2.3	Phụ sản	6-6.7	1.3-2	4.5-6	160-200 (180)	300-340 (320)	1.3-1.8	63-77 (70)	250-280

Có thể nhận xét: Nước thải BV và CSYT đều có tỷ lệ BOD/COD > 0.4-0.5, nên đều thích hợp cho quá trình xử lý bằng vi sinh. Tỷ lệ BOD/COD của một số BV nhỏ hơn 0.5 (BVTW, BVĐK) do có mặt các thành phần hydrocarbon khó phân hủy bằng vi sinh (hóa chất phòng thí nghiệm, bảo quản, khử trùng, các chất tẩy rửa...) trong nước thải. Nước thải các BV của Việt Nam đều có tỷ lệ BOD/N-T thấp (BVTW 1.83, BV tỉnh 1.93, BV ngành 2.9, BVĐK 1.96, BV Lao 3.1, BV Phụ sản 2.57) so với nước thải sinh hoạt (BOD/N-T = 3.5-5). So với nước thải hữu cơ chuẩn để thiết kế các thiết bị xử lý của Nhật Bản, Đức và Đài Loan (BOD/N-T = 5) thì nước thải BV của Việt Nam bị "thiếu" BOD, COD và "thừa" Nitơ. Nguyên nhân thiếu BOD, COD trong nước thải ở Việt Nam là do quá trình phân hủy yếm khí các Hydrocarbon CH<sub>4</sub> trong các Bể Septic-Bể Phốt trong các BV. Từ những nhận xét đó chúng ta lý giải được một phần nguyên nhân các trạm xử lý nước thải của Việt Nam chưa được thiết kế đầy đủ để xử lý khử Nitơ, và do vậy nồng độ Nitơ trong nước thải xử lý còn cao.

Năm 2007, Bộ Y tế đã công bố kết quả khảo sát và kiểm tra trên 250 trạm xử lý NTYT tại các BV và CSYT để đánh giá hiện trạng các công nghệ xử lý NTYT trong toàn quốc. Có thể thấy: Các công nghệ của Việt Nam (cho đến năm 2007) còn lạc hậu so với thế giới. Cụ thể,

theo sơ đồ Phát triển các công nghệ XLNT BV và CSYT bằng Bùn hoạt tính thì các công nghệ tại Việt Nam mới chỉ dừng ở mức xử lý Hydrocarbon, tức là BOD, COD ít và chưa chú ý vấn đề khử Nitơ, kể cả Nitơ ammoni và Nitơ tổng, tức là tương ứng với các công nghệ những năm 1960-1970 của thế giới. Điều đó thể hiện ở cách thể hiện các quá trình (chỉ có quá trình sục khí Oxic), cũng như tỷ lệ giữa các ngăn xử lý (khử BOD, COD và thể tích cho quá trình Nitrat hóa). Thiếu hẳn quá trình khử nitơ – nitrat và nitơ tổng (tức là quá trình thiếu khí, anoxic). Chưa rõ vai trò của quá trình yếm khí trong khử các thành phần ô nhiễm khác như phốt pho, kim loại nặng, các chất tiết trùng và hóa chất trong NTYT của các BV và CSYT chuyên khoa. Chưa đưa ra cơ sở khoa học về kết hợp các quá trình yếm khí, thiếu khí và hiếu khí trong xử lý NTYT ở các trường hợp cụ thể. Các trạm xử lý, có cảm giác, đều giống nhau theo một mô hình sục khí chung chung. Trong các tính toán giải trình công nghệ chỉ sử dụng các thông số và hàm kinh nghiệm của quá trình khử BOD, COD, không xem xét đầy đủ các quá trình khử Nitơ, phốt pho, các chất ô nhiễm khác, không chú ý nhiều đến đặc thù về xả thải và phù hợp với điều kiện hạ tầng của BV và CSYT.

Trạng thái các thiết bị không bền vững và không đồng bộ, phụ

thuộc nhiều vào ý thức và kiến thức của người vận hành. Đa số các công trình xử lý NTYT các BV, qua khảo sát, đều chóng bị xuống cấp do thiết bị không bền, không được vận hành nghiêm chỉnh và không được bảo trì bảo dưỡng đầy đủ. Đối chiếu với đặc thù NTYT và hiện trạng công nghệ có thể thấy sự khiếm khuyết về tính hiện đại và thích ứng, tính phù hợp và hiệu quả của đa số các công nghệ và thiết bị hiện hành cũng như sự thiếu bền vững của các công trình và thiết bị xử lý NTYT. Nhận xét này phù hợp với các kết quả khảo sát khách quan từ 250 BV và CSYT đã nêu rõ về hiệu quả không cao (chỉ đạt từ 35-70% khả năng xử lý vi sinh và nguồn bệnh) và khoảng 65-70% xử lý các thông số hóa lý.

Có thể nói, đa số các công trình xử lý nước thải BV và CSYT của Việt Nam đang dừng ở các quá trình khử BOD, COD (công nghệ thế hệ thứ nhất) và khử N-NH<sub>4</sub> (công nghệ thế hệ 3). Yêu cầu khử Nitơ tổng đòi hỏi chúng ta phải tăng cường các quá trình xử lý anoxic – thiếu khí (trong công nghệ thế hệ 3) và thực hiện được trong các điều kiện nhiều thành phần nguy hại cho vi sinh vật trong nước thải, cần tích hợp cả quá trình anarobic – yếm khí xử lý sơ bộ trong công nghệ thế hệ 4). Công nghệ tích hợp đầy đủ cả các quá trình yếm khí – thiếu khí và hiếu khí (AAO) là công nghệ tiên

tiến nhất hiện nay cho việc xử lý nước thải BV và CSYT.

### 3. Cơ sở lựa chọn công nghệ xử lý nước thải y tế

Các cơ sở để xác định công nghệ của một hệ thống xử lý NTYT bao gồm: Khả năng thực hiện xử lý NTYT đạt các yêu cầu của QCVN 28:2010 Bộ TN&MT – cột A; đáp ứng với lưu lượng và chế độ xả của nước thải đầu vào, phù hợp với điều kiện hoạt động của BV và CSYT; đáp ứng được với tính chất nước thải đầu vào, đặc điểm tính chất của nguồn thải; phù hợp với điều kiện về đất đai, vị trí công trình và hạ tầng của BV, có khả năng linh động trong lắp đặt và vận hành, không gây ô nhiễm thứ cấp (mùi hôi, tiếng ồn, làm xấu cảnh quan BV); có suất đầu tư và chi phí vận hành hợp lý; Bảo đảm hoạt động ổn định, bền vững, ít bị phụ thuộc vào yếu tố con người. Ngoài ra, còn để hòa nhập được với trình độ phát triển của thế giới và khu vực.

Hệ thống xử lý NTYT phải là điển hình, tiên tiến về công nghệ, đạt các yêu cầu xử lý môi trường ngày càng khắt khe, có tuổi thọ về công nghệ và độ bền cao, ổn định. Công nghệ vi sinh được lựa chọn để xử lý NTYT cho các BV và CSYT ở Việt Nam đáp ứng được những tiêu chí về kinh tế và kỹ thuật nêu trên phải tích hợp các quá trình anarobic (yếm khí), anoxic (thiếu khí), và oxic (hiếu khí) – gọi tắt là AAO. Công nghệ này cần được thực hiện trong các modul thiết bị linh động với công suất phù hợp, được tính toán kỹ lưỡng cho các BV và CSYT.

Hiện tại do quy chuẩn xây dựng vẫn chưa quy định các công đoạn anarobic (yếm khí) đối với NTYT từ các nhà vệ sinh thực hiện trong các bể phốt, các bể tự

hoại của các BV. Quá trình yếm khí kéo theo việc giảm đáng kể hydrocacbon (BOD, COD giảm khoảng 50-55% so với nước thải đầu nguồn phát thải, phốt pho tổng giảm 60-70%, sunphua (H<sub>2</sub>S) giảm khoảng 30%, nitơ tổng gần như ít giảm và chuyển thành nitơ amoni (N-NH<sub>4</sub>). Lượng nitơ (nitơ – amoni) cao sẽ làm mất cân đối thành phần dinh dưỡng (BOD/N/P) và gây ngộ độc hoặc kim hãm đối với vi sinh. Do vậy quá trình ôxy hóa NH<sub>4</sub> thành NH<sub>3</sub> là bắt buộc và cần được tính toán kỹ lưỡng, trong đó ta tính riêng hai quá trình: khử BOD, COD và quá trình nitrat hóa để chọn thể tích bể oxic phù hợp. Ngoài việc cân đối, bổ sung nồng độ kiềm, lượng không khí cần cung cấp phải đủ để vừa thực hiện các quá trình ôxy hóa nói trên, vừa đảm bảo giữ nồng độ oxy hòa tan cần thiết, cũng như bảo đảm cho quá trình hô hấp nội bào của vi sinh vật.

Để nâng cao hiệu quả quá trình ôxy hóa (bằng sục không khí) ta ngăn oxic (hiếu khí) có thể sử dụng gia thể cho vi sinh vật để tăng nồng độ bùn hoạt tính – đệm vi sinh di động (moving bed). Bùn hoạt tính (tức là lượng vi sinh phát triển và hoạt động tham gia quá trình xử lý) được dính bám trên các giá thể bám dính di động trong ngăn oxic. Các giá thể này cho phép tăng mật độ vi sinh lên đến 8000-9000g/m<sup>3</sup> để các quá trình ôxy hóa để khử BOD, COD và NH<sub>4</sub> diễn ra nhanh hơn. Ở phương pháp bùn hoạt tính aeroten thông thường nồng độ vi sinh chỉ đạt 1000-1500g/m<sup>3</sup>. Như vậy modul oxic trong thiết bị tích hợp các quá trình AAO sẽ có không gian oxy hóa gọn và khả năng xử lý nước thải với dải thông số BOD, NH<sub>4</sub> khá rộng (BOD <400-500g/m<sup>3</sup>; N-

NH<sub>4</sub> <50-120g/m<sup>3</sup>). Các thiết bị khác (aeron, V69, CN 2000, thiết bị lọc sinh học nhỏ giọt) không đạt được như vậy.

Ngăn thiếu khí (anoxic) có nhiệm vụ khử nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) hoặc nitric (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) thành nitơ (hóa trị 0) nhờ khả năng ôxy hóa các hydrat-carbon và các thành phần hữu cơ khác của nitơ (hóa trị +5) trong NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, hoặc nitơ hóa trị +3 trong nitrit khi không có mặt ôxy. Các tính toán phải chỉ ra hệ số hồi lưu hợp lý của dòng nitrat lỏng từ ngăn hiếu khí về ngăn thiếu khí, nồng độ bùn hoạt tính thiếu khí, cũng như khả năng cân bằng BOD và điều chỉnh nồng độ oxy hòa tan trong ngăn thiếu khí bằng chế độ xử lý yếm khí trước đó. Bùn hoạt tính lơ lửng (nghĩa là không bám dính trên đệm vi sinh) sẽ được chuyển sang ngăn trợ lọc để tách bùn. Ở đây một phần bùn được giữ lại để đưa về ngăn chứa và xử lý bùn chứa. Một phần bùn được theo bơm hồi lưu đi về các bể điều hòa hoặc thiếu khí.

Phương pháp phối hợp khối AAO – tổ hợp liên hoàn các quá trình yếm khí – hiếu khí cho phép xử lý ô nhiễm trong nước thải bệnh viện, đạt yêu cầu đầu ra theo QCVN28:2009/BTNMT... Qua thực tế hoạt động tại Việt Nam, các trạm xử lý đã chứng minh hiệu quả về kỹ thuật và môi trường đã đặt ra, hiệu quả về kinh tế (suất đầu tư, chi phí vận hành tính cho 1m<sup>3</sup> NTYT là vừa phải), chiếm ít diện tích, không gây các ô nhiễm thứ cấp và đặc biệt có độ tin cậy và ổn định cao. Công nghệ AAO với các modul thiết bị linh động đã và đang xử lý NTYT cho trên 1000 BV và CSYT trong toàn quốc, góp phần phần nhỏ vào nhỏ sự nghiệp BVMT, nâng cao chất lượng cuộc sống cho nhân dân. ■