



TRUNG TÂM TƯ VẤN CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ
NƯỚC SẠCH VÀ MÔI TRƯỜNG

PGS. TSKH. NGUYỄN XUÂN NGUYÊN
TS. PHẠM HỒNG HẢI

CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT





TRUNG TÂM TƯ VẤN CHUYÊN GIA
CÔNG NGHỆ NƯỚC SẠCH VÀ MÔI TRƯỜNG

PGS.TSKH. Nguyễn Xuân Nguyên, TS. Phạm Hồng Hải

CÔNG NGHỆ XỬ LÝ

NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2004

Lời nói đầu

Nghị quyết Đại hội IX Đảng Cộng sản Việt Nam đề ra đường lối và chiến lược phát triển kinh tế xã hội đến năm 2010 khẳng định đẩy mạnh công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước đưa nền kinh tế phát triển nhanh, có hiệu quả và bền vững, phát triển kinh tế đi đôi với giải quyết tốt các vấn đề xã hội, tăng trưởng kinh tế gắn liền với bảo vệ và cải thiện môi trường.

Thực hiện đường lối đó mạng lưới y tế của nước ta ngày một được củng cố và hoàn thiện phục vụ bảo vệ và chăm sóc sức khoẻ nhân dân. Những năm qua nhiều bệnh viện từ trung ương đến địa phương được cải tạo nâng cấp hoặc xây dựng mới và vấn đề xử lý nước thải bệnh viện bước đầu đã được quan tâm để bảo vệ môi trường. Hoạt động nghiên cứu khoa học công nghệ xử lý nước thải bệnh viện cũng được đẩy mạnh. Một số hội thảo quốc gia về vấn đề xử lý chất thải bệnh viện nói chung và nước thải bệnh viện nói riêng đã được tổ chức.

Để cung cấp cho bạn đọc những thông tin cần thiết về công nghệ xử lý nước thải bệnh viện, cuốn sách này được biên soạn trên cơ sở những tài liệu công bố của nước ngoài và kết quả nghiên cứu triển khai của các nhà khoa học trong nước. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn các giáo sư, tiến sĩ và các bạn đồng nghiệp đã giúp đỡ trong quá trình biên soạn, đặc biệt TS. Ngô Kim Chi; KS. Đỗ Trọng Dũng đã tham gia sửa chương V và viết chương VI trên cơ sở những kết quả ứng dụng thiết bị xử lý nước thải bệnh viện V69 và CN2000 tại các địa phương trong cả nước.

Xin trân trọng giới thiệu cuốn sách "Công nghệ xử lý nước thải bệnh viện" do Trung tâm Tư vấn Chuyển giao Công nghệ nước sạch và Môi trường biên soạn và xuất bản, cuốn sách gồm 6 chương:

Chương I: Những đặc điểm chính của nước thải bệnh viện

Chương II: Sự nguy hiểm về phương diện vệ sinh dịch tễ của nước thải bệnh viện

Chương III: Các sơ đồ làm sạch và khử trùng nước thải bệnh viện

Chương IV: Một số thiết bị hiện đại để xử lý nước thải bệnh viện bằng phương pháp sinh học

Chương V: Công nghệ và thiết bị hợp khối xử lý nước thải bệnh viện

Chương VI: Thực trạng xử lý nước thải bệnh viện ở Việt Nam và đánh giá hiệu quả của các công nghệ đang áp dụng

Cuốn sách này có thể làm tài liệu tham khảo cho cán bộ nghiên cứu, thiết kế các công trình xử lý nước thải bệnh viện, cán bộ quản lý các bệnh viện, nghiên cứu sinh, học viên cao học và sinh viên các ngành công nghệ hoá học và công nghệ môi trường.

Nội dung cuốn sách có liên quan tới nhiều lĩnh vực liên ngành nên khó tránh khỏi sai sót. Rất mong bạn đọc đóng góp ý kiến để bổ sung chỉnh lý lần xuất bản sau. Thư từ xin gửi về:

1. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật

70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

2. Liên hiệp Khoa học-sản xuất Công nghệ hoá học (UCE)

Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

18 Đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội

3. Trung tâm Tư vấn chuyển giao công nghệ Nước sạch và Môi trường (CTC)

1001 Đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội

Chương I

NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CHÍNH CỦA NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

1.1. NGUỒN VÀ CHẾ ĐỘ HÌNH THÀNH NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Nước thải bệnh viện là một dạng của nước thải sinh hoạt và chỉ chiếm một phần nhỏ trong tổng số lượng nước thải sinh hoạt của khu dân cư. Tuy nhiên, nước thải bệnh viện cực kỳ nguy hiểm về phương diện vệ sinh dịch tễ, bởi vì ở các bệnh viện tập trung những người mắc bệnh là nguồn của nhiều loại bệnh với bệnh nguyên học đã biết hoặc đôi khi còn chưa biết đối với khoa học hiện đại.

Nước thải bệnh viện ngoài ô nhiễm thông thường (ô nhiễm khoáng chất và ô nhiễm các chất hữu cơ) còn chứa những tác nhân gây bệnh - những vi trùng, động vật nguyên sinh gây bệnh, trứng giun, virut. Chúng đặc biệt nhiều nếu ở bệnh viện có khoa truyền nhiễm (lây). Còn nguy hiểm hơn về phương diện dịch tễ là nước thải của những bệnh viện truyền nhiễm chuyên khoa, các trại điều dưỡng bệnh lao và những cơ sở lây nhiễm khác.

Ô nhiễm trong điều kiện bệnh viện vào hệ thống thoát nước từ những thiết bị vệ sinh như hố xí, nhà tắm, chậu rửa mặt, từ giặt giũ, rửa thực phẩm, bát đĩa, từ việc làm vệ sinh phòng... khi mà những đối tượng đó tiếp xúc với người bệnh, kể cả từ các phòng đặc biệt khác của bệnh viện.

Quan trọng là phải xác định đúng lượng nước thải Q của bệnh viện trong một ngày để tính toán hệ thống thoát nước và lựa chọn sơ đồ công nghệ xử lý nước thải bệnh viện.

Người ta chấp nhận rằng tiêu chuẩn thoát nước bằng tiêu chuẩn cấp nước, do vậy hiển nhiên là lượng nước mà bệnh viện dùng trong một ngày sẽ

chính là lượng nước thải trong một ngày. Theo nhiều tiêu chuẩn quốc gia của các nước thì lượng nước cấp tính trên một giường đối với các bệnh viện và nhà an dưỡng thông thường là 200 - 250 l/ngày, còn đối với các bệnh viện và nhà an dưỡng đặc biệt là 500l/ngày. Tuy nhiên, thực tế lượng nước sử dụng lớn hơn nhiều tiêu chuẩn trên. Ví dụ, qua khảo sát ở nhiều bệnh viện thông thường ở Nga, Séc, Xlôvakia, Bungari tiêu chuẩn nước cấp là 500 l/ngày cho một giường bệnh. Từ đó mà người ta chấp nhận lượng nước cấp cho một giường bệnh tối thiểu là 500 l/ngày. Theo Metcalf và Eddy (Wastewater Engineering) thì tiêu chuẩn thải của bệnh viện là 473 - 908 l/ngày (trị số tiêu biểu là 625 l/ngày) cho một giường bệnh.

Còn ở Việt Nam theo TCVN 4470-87 lưu lượng nước thải của bệnh viện đa khoa được xác định như sau: (Trung tâm Kỹ thuật môi trường đô thị và khu công nghiệp của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 1996).

Bảng 1.1. Tiêu chuẩn nước cấp và lượng nước thải bệnh viện

STT	Quy mô bệnh viện (số giường bệnh)	Tiêu chuẩn nước cấp, l/giường.ngày	Lượng nước thải, m ³ /ngày
1	< 100	700	70
2	100 - 300	700	100 - 200
3	300 - 500	600	200 - 300
4	500 - 700	600	300 - 400
5	> 700	600	> 400
6	Bệnh viện kết hợp nghiên cứu và đào tạo > 700	1.000	> 500

Quan sát lưu lượng nước thải bệnh viện, người ta thấy nó dao động theo giờ trong ngày, theo ngày trong tuần từ một giá trị cực tiểu qua giá trị cực đại. Trong tính toán người ta còn đưa ra hệ số hiệu chỉnh tính không đều K cho quy mô bệnh viện (theo số giường, số nhân viên phục vụ). Ví dụ nghiên cứu ở một bệnh viện tỉnh 238 giường Cộng hoà Séc người ta thấy hệ số tính không đều theo giờ trong ngày trung bình là 1,78, còn K theo ngày trong tuần (từ thứ hai đến chủ nhật): 2,45; 2,66; 2,14; 1,96; 2,0; 2,16; 1,21. Những kết quả khảo sát khác cho thấy ở những bệnh viện lớn $K = 1,6-2,5$ còn ở bệnh viện nhỏ $K = 1,6-2,88$. Một nghiên cứu ở bệnh viện 477 giường và 150 nhân viên phục vụ cho thấy hệ số K dao động từ 1,5 đến 7,2, trong đó: giá trị 7,2 liên quan đến việc giặt giũ là chính. Nhiều ý kiến thống nhất cho rằng hệ số tính không đều K không vượt quá 2,5 và ở nhiều tiêu chuẩn xây dựng quốc gia của các nước cũng chấp nhận giá trị này.

1.2. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM HOÁ LÝ CỦA NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Từ số liệu của các tác giả nước ngoài nghiên cứu thành phần nước thải bệnh viện cho thấy: theo dạng ô nhiễm và cả theo nồng độ thì nước thải bệnh viện không khác nhiều lắm, thậm chí còn giống nước thải sinh hoạt của khu dân cư.

Tuy nhiên, khó mà đồng ý với kết luận đó. Bởi vì, ngoài những ô nhiễm thông thường, trong nước thải bệnh viện còn có thể có cả những chất bản khoáng và hữu cơ đặc thù: các chế phẩm thuốc, các chất khử trùng, các đồng vị phóng xạ được sử dụng trong quá trình chẩn đoán và điều trị bệnh. Những nghiên cứu mới nhất cho thấy sự có mặt của một vài chất trong số chúng dẫn đến việc giảm hiệu quả làm sạch nước thải trên các công trình xử lý. Ví dụ, người ta quan sát thấy việc giảm hiệu quả xử lý nước thải bệnh viện bằng biophin nhỏ giọt khi trong nước thải chứa chất kháng sinh (septomisin) ở nồng độ 0,7 - 1 mg/l mà thực tế trong những trường hợp riêng biệt nồng độ septomisin có thể đến 12 mg/l. Như vậy, hiệu quả xử lý nước thải giảm đáng kể theo các chỉ tiêu hoá học, đặc biệt là theo các chỉ tiêu vi khuẩn. Khi nồng độ septomisin là 12 mg/l hiệu quả xử lý thực tế bằng không.

Việc sử dụng rộng rãi các chất tẩy rửa [chất hoạt động bề mặt -HĐBM] ở xưởng giặt là của bệnh viện cũng tạo nguy cơ thực tế làm xấu đi mức độ hoạt động của công trình xử lý. Theo các kết quả nghiên cứu thì hàm lượng chất HĐBM trong nước thải làm xấu đi khả năng tạo huyền phù trong bể lắng, đa số vi khuẩn tụ tập lại trong bọt. Những chất tẩy rửa riêng biệt ảnh hưởng đến quá trình làm sạch sinh học nước thải: chất tẩy rửa anion làm tăng lượng bùn hoạt tính, chất tẩy rửa cation lại làm giảm đi.

Để tính toán các công trình xử lý được đúng chúng ta rất cần biết về nồng độ các chất trong nước thải bệnh viện (xem các bảng 1.2 và 1.3).

Bảng 1.2. Số liệu trung bình thành phần nước thải bệnh viện ở các nước

Bệnh viện ở thành phố các nước	Tiêu chuẩn nước cấp l/ giường, ngày	Số lượng mẫu	Các chỉ tiêu thành phần nước thải				
			Chất lơ lửng, mg/l	Độ oxy hoá, mg/l	BOD ₅ , mg/l	Số vi khuẩn	Chỉ số coli
CH Séc và Xiôvakia							
Bệnh viện ở Benexov	-	8	493,0	88,0	75,0	-	-
Beroun	-	8	1032,5	174,0	217,5	-	-
Trexki Brod	-	8	940,5	52,0	67,5	-	-
Praha Vinogradí	-	10	784,5	294,5	310,0	-	-
Praha Motol	-	10	568,0	149,0	102,0	-	-
Prozekinxé	-	9	412,0	100,0	177,0	-	-
Xiari	-	8	1181,5	84,0	210,5	-	-
Rakovinke	280	22	774,5	120,0	217,0	-	-
Olomoune	330	6	-	89,9	226,5	$6 \cdot 10^4$	$95 \cdot 10^5$
X	650	2	154,8	49,5	149,0	$1 \cdot 10^6$	10^5
Ba Lan							
Bệnh viện ở Vacsava	-	2	-	142,0	221,0	-	-
Bungari							
Chính phủ	150	2	-	245,0	-	$23 \cdot 10^5$	10^7

Bảng 1.3. Số liệu trung bình thành phần nước thải bệnh viện ở Nga

Bệnh viện ở các thành phố	Số lượng mẫu	Các chỉ tiêu thành phần nước thải				
		Chất lơ lửng, mg/l	Nitơ theo amoni, mg/l	Độ oxy hoá, mg/l	Số vi khuẩn	Chỉ số coli
Các bệnh viện ở Xanh * Petecbua	64	343,6	63,1	140,9	2.10^5	-
Bệnh viện 2.000 giường ở Xanh Petecbua	-	180,0	23,0	130,0	-	-
Bệnh viện Meshnicốp ở Xanh Petecbua	-	195,4	26,3	102,2	-	55.10^7
Bệnh viện ở Kudinôvô	11	250,0	-	181,0	23.10^4	152.10^6
Bệnh viện ở Nôvôpetrôpxki	1	101,0	-	570,0	5.10^5	233.10^6
Bệnh viện ở Mazaixkơ	1	700,0	-	131,5	2.10^5	7.10^7
Bệnh viện ở Pôđônxcơ	1	542,0	-	181,0	3.10^4	17.10^6

Nhìn vào những bảng trên khó mà so sánh các số liệu vì có bệnh viện chỉ tiến hành 1 - 2 mẫu đo. Ngoài ra khi khảo sát nồng độ nước thải của những bệnh viện đặc trưng bởi tính không đều của lưu lượng nước thải thì cần phải tiến hành lấy các mẫu trung bình theo ngày trên cơ sở trung bình theo giờ, điều mà thực tế phần lớn các nhà nghiên cứu không làm. Số lượng mẫu khảo sát khác nhau làm cho việc so sánh đánh giá kết quả cũng khó.

Tuy nhiên, các số liệu ở bảng trên cho thấy nồng độ ô nhiễm của nước thải bệnh viện dao động đáng kể theo các bệnh viện riêng biệt. Đối với một

nhóm bệnh viện này, BOD_5 dao động từ 75 đến 310 mg/l, độ oxy hoá từ 52 đến 294 mg/l, chất lơ lửng từ 412 đến 1181 mg/l; đối với một nhóm bệnh viện khác độ oxy hoá từ 180 đến 570 mg/l, chất lơ lửng từ 101 đến 700 mg/l, số vi khuẩn dao động từ 3.10^4 đến 5.10^7 , còn chỉ số coli từ 17.100.000 đến 233.333.000.

Phân tích số liệu bảng 1.1 cho phép nhận xét rằng nồng độ nước thải bệnh viện được quyết định bởi tiêu chuẩn cấp nước cho bệnh viện: ở 650 l/ngày nồng độ chất bẩn trong nước thải thấp hơn nhiều so với 280 l/ngày.

Theo các số liệu của bảng 1.2 và 1.3 người ta đã tính toán được lượng chất bẩn cho một giường bệnh: BOD_5 từ 60,8 đến 96,8 g/ngày, còn chất lơ lửng từ 100,6 đến 216 g/ngày, tức là cao hơn nhiều tiêu chuẩn chất bẩn trên một đầu người trong ngày mà thông thường vẫn dùng để tính nồng độ nước thải bệnh viện.

Lượng chất bẩn từ một giường bệnh trong ngày lớn hơn so với lượng chất bẩn từ một người của khu dân cư thải vào hệ thống thoát nước là do việc hoà vào dòng thải không chỉ chất thải từ người bệnh mà còn của bộ phận phục vụ, chất thải của quá trình điều trị: phần thuốc còn lại, máu, các phần cơ quan cơ thể người, hoạt động của xưởng giặt, nhà xác...

Những nghiên cứu cho thấy nồng độ chất bẩn phụ thuộc cả vào nguồn nước sử dụng từ hệ thống đường ống cấp nước do nhà máy cung cấp hay từ hệ thống giếng khoan cục bộ. Trong trường hợp thứ hai hiển nhiên là nồng độ chất bẩn trong nước thải lớn hơn. Tương ứng hai trường hợp trên BOD_5 là: 136 - 380 mg/l và 826 - 4800 mg/l.

Tuy rằng lượng chất bẩn trên một giường bệnh lớn hơn lượng chất bẩn trên một đầu người khu dân cư, nhưng nồng độ chất bẩn trong 1 lít nước thải

bệnh viện lại nhỏ hơn nồng độ chất bẩn trong 1 lít nước thải sinh hoạt. Đó là do tiêu chuẩn nước cấp thực tế sử dụng trên một giường bệnh (500 l/ngày) lớn hơn nhiều so với tiêu chuẩn nước cấp cho sinh hoạt trên một đầu người (ví dụ 100 hay tối đa 300 l/ngày). Ở một công trình nghiên cứu nồng độ nước thải một bệnh viện ở Kheroxôn thì với lượng nước cấp 600 - 700 l/ngày trên một giường bệnh quan sát được nồng độ chất lơ lửng: 108,7 - 121,2 mg/l, nồng độ nitơ (amoni): 5,0 - 6,8 mg/l và độ oxy hoá là 33,4 - 48,3 mg/l.

Kết quả nghiên cứu cho thấy tính toán trên cơ sở chấp nhận tương đương: 1 giường bệnh - 1 đầu người khu dân cư dẫn đến sai lệch, ví dụ tính trên một giường bệnh thực tế theo chất lơ lửng là 70 g/ngày, còn theo BOD₅ là 44 g/ngày lớn hơn tính trên một đầu người khu dân cư.

Ở nhiều nước khi thiết kế các công trình xử lý nước thải bệnh viện người ta áp dụng tiêu chuẩn do K.Imhoff đề xuất là BOD₅ trên một đầu người bằng 54 g/ngày. Nhưng thực tế tiêu chuẩn đó vẫn thấp, lượng chất bẩn trên 1 giường bệnh theo BOD₅ của hai bệnh viện được khảo sát là 112 và 75,6 g/ngày.

Tương tự theo các chỉ tiêu khác có thể tiến hành tính toán và người ta thường khuyến nghị các tiêu chuẩn sau tính trên 1 giường bệnh (đã bao gồm cả bộ phận phục vụ):

Các chất lơ lửng	130 g/ngày
BOD ₅	70 g/ngày
BOD ₂₀	80 g/ngày
Nitơ tính theo amoni	16 g/ngày
Cl ₂	18 g/ngày

Tuy nhiên các tiêu chuẩn trên vẫn còn phải xem xét cụ thể hơn.

Để chọn cho đúng sơ đồ nguyên tắc của các trạm xử lý nước thải bệnh viện cũng cần quan tâm tới cả các số liệu về sự dao động nồng độ nước thải trong ngày. Nước thải bệnh viện khác nước thải sinh hoạt bởi sự dao động đáng kể của nồng độ gây nên bởi tính không đều của nước thải bệnh viện trong vòng một ngày. Nghiên cứu sự dao động nồng độ nước thải ở bệnh viện Bôtkin (Xanh Petecbua) ở những giờ khác nhau trong ngày cho thấy thành phần hoá học của nước thải dao động trong các giới hạn sau: độ oxy hoá 45- 155 mg/l, nitơ amôni 28-88 mg/l. Sự dao động nồng độ chất rắn của nước thải trong ngày dẫn đến sự thay đổi nhu cầu clo của dòng và nhu cầu này đối với bệnh viện truyền nhiễm nằm ở khoảng 7,2 - 75 mg/l. Tương tự, những số liệu ở các nước Sec và Xlôvakia cho thấy sự dao động của thành phần nước thải bệnh viện: độ oxy hoá 106-350 mg/l, BOD₅: 147-582 mg/l, các chất lơ lửng 575-978 mg/l, còn nhu cầu clo: 6,3 - 20 mg/l. Hoặc một số liệu khác tương ứng là 96,0-256,0 mg/l, 32-349,0 mg/l, 703,0-84,5 mg/l, 25-40 mg/l.

Như vậy, qua các số liệu nêu trên ta thấy tính không đều của nồng độ nước thải bệnh viện trong vòng một ngày dao động ở các khoảng khá rộng. Điều đó làm nảy sinh yêu cầu cao hơn đối với quá trình xử lý nước thải bệnh viện khi thiết kế và xây dựng các hệ thống làm sạch cục bộ.

Ở Việt Nam theo Trung tâm Kỹ thuật môi trường đô thị và khu công nghiệp của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội - 1996, kết quả phân tích nước thải một số bệnh viện như sau: (bảng 1.4)

Bảng 1.4. Kết quả phân tích nước thải một số bệnh viện Hà Nội

STT	Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	Bệnh viện 354	Bệnh viện Giao thông vận tải	Bệnh viện Lao Trung ương	Bệnh viện Phụ sản	TCVN 5945-1995 (Loại B)
1	pH	-	8,05	7,05	7,21	7,2	5,5-9,0
2	BOD ₅	mg/l	180	190	195	240	50
3	COD	mg/l	250	240	260	452	100
4	DO	mg/l	1,5	1,17	1,4	1,4	-
5	SS	mg/l	90	92	96	135	100
6	Tổng P	mg/l	3,2	3,9	3,02	3,0	6,0
7	NH ₄ ⁺	mg/l	14,5	11,4	12,5	12,5	1
8	Độ đục	NTU	149	107	135	180	-
9	Coliform	MPN/100ml	10 ⁶	18.10 ⁵	48.10 ⁵	63.10 ⁵	10 ⁵
10	Lưu lượng nước thải	m ³ /ngày	130	170	200	160	

1.3. ĐẶC TRƯNG VỀ VI TRÙNG, VIRUT VÀ GIUN SÁN CỦA NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Điểm đặc thù của thành phần nước thải bệnh viện làm cho nó khác với nước thải sinh hoạt khu dân cư là sự lan truyền rất mạnh của các vi khuẩn gây bệnh. Về phương diện này đặc biệt nguy hiểm là những bệnh viện

chuyên các bệnh truyền nhiễm và bệnh viện lao, cũng như là những khoa lâm của các bệnh viện sôma (somaticus – thuộc thân thể).

Theo số liệu của nhiều nhà nghiên cứu, những bệnh viện như thế là một trong những nhân tố cơ bản có khả năng lan truyền vào nước thải nơi đông dân những tác nhân truyền nhiễm qua đường tiêu hoá và làm ô nhiễm môi trường. Trong khu dân cư còn có những nhân tố khác có khả năng truyền vào nước thải và môi trường các vi sinh vật gây bệnh. Đó là những sinh vật mang vi trùng hay sinh vật mang bệnh tức là người hay động vật không thể hiện bệnh tật ở dạng rõ rệt. Đặc biệt nguy hiểm là các dạng truyền nhiễm qua đường tiêu hoá từ người trong thời gian ủ bệnh ở ngoại trú, hoặc người bệnh nhưng không được chăm sóc y tế.

Ở khu dân cư số lượng những người mang mầm bệnh thường khoảng 1 - 2% dân số. Vì vậy thậm chí nước thải sinh hoạt thông thường của khu dân cư bao giờ cũng nguy hiểm về phương diện dịch tễ học. Ngoài ra mức độ nguy hiểm này nhiều lần tăng lên nếu nước thải của các bệnh viện truyền nhiễm không được xử lý triệt để lại thải vào hệ thống thoát nước công cộng.

Đặc biệt nguy hiểm là nước thải nhiễm các vi khuẩn gây bệnh có thể dẫn đến dịch bệnh cho người và động vật qua nguồn nước, qua các loại rau được tưới bằng nước thải. Những bệnh truyền nhiễm loại này là bệnh tả, thương hàn, phó thương hàn, khuẩn Salmonella, lỵ, bệnh do amip, bệnh do Lamblia, bệnh do Leptospira, bệnh do Brucella, bệnh Tularê, bệnh than, lao, giun sán, viêm gan lây, bệnh nhiễm virus ruột và cả một vài bệnh khác.

Về mức độ nhiễm khuẩn của nước thải ngoài việc tìm những vi khuẩn gây bệnh còn có thể đánh giá theo những vi khuẩn chỉ thị: chuẩn coli, chỉ số coli hay số vi khuẩn. Khi xác định các chỉ tiêu vi khuẩn của nước thải bệnh viện Bôtkin ở Xanh Petecbua, Liên bang Nga người ta thấy rằng ở lượng nước sử dụng từ 700 l/giường bệnh/ngày trở lên số vi khuẩn nằm trong khoảng 50 - 100 ngàn, còn chuẩn coli dao động từ 0,00003 đến 0,000001.

Theo số liệu của các nhà nghiên cứu ở nước thải bệnh viện Meshnicốp ở Xanh Petecbua chuẩn trực khuẩn coli dao động trong khoảng 0,0001-0,000001. Đối với một số bệnh viện ở Kiev thuộc nước Cộng hoà Ukraina số vi khuẩn từ 10 ngàn đến 1 triệu, còn chuẩn coli 0,00001-0,000001.

Trên cơ sở các số liệu của các nhà nghiên cứu có thể thấy rằng không có sự khác nhau đáng kể về số lượng vi khuẩn nói chung trong nước thải bệnh viện và nước thải sinh hoạt khu dân cư. Sở dĩ như vậy là vì nước thải bệnh viện đã được pha loãng đáng kể do tiêu chuẩn dùng nước rất cao của bệnh viện như đã nói ở trên.

Tuy nhiên sự có mặt của các vi khuẩn gây bệnh trong nước thải bệnh viện là rất đáng kể. Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm nước thải bệnh viện Bôtkin thường xuyên phát hiện thấy vi khuẩn phó thương hàn Salmonella B, nước thải qua lọc vi khuẩn bệnh lý ở chuẩn độ từ 1:10 đến 1:600. Trong số 164 mẫu nước thải tổng số vi khuẩn và chỉ số coli là hàng ngàn, hàng chục vạn và hàng triệu trong 1 ml...

Ở thành phố Grenoplơ ở Ukraina người ta tiến hành khảo sát vi khuẩn và virus của 104 mẫu nước thải bệnh viện và nước thải sinh hoạt. Ở tất cả các mẫu đều thấy có vi khuẩn gây bệnh, virus có ở 44 mẫu trong đó: có ở 26% mẫu nước thải bệnh viện, 34% mẫu nước thải sinh hoạt nói chung. Trong số 44 mẫu có virus bao gồm 16 mẫu adenovirus, 12 mẫu virus Cốc B, 8-polyvirus, các mẫu khác là virus ECHO và reovirus.

Như vậy trong tài liệu nói chung còn thiếu số liệu về các loại vi khuẩn gây bệnh và virus trong nước thải. Trong khi đó ta biết rằng nồng độ vi khuẩn và virus ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả làm sạch và khử trùng nước thải.

Có thể khẳng định rằng tác nhân gây bệnh phó thương hàn và lý phát hiện thấy ở lượng bằng 100.000-1.000.000 trong 1 ml nước thải. Vì trên đối

tượng này chuẩn coli nước thải là 10^{-5} thì có thể giả thiết rằng tỉ lệ vi khuẩn gây bệnh so với trực khuẩn coli trong nước thải bệnh viện truyền nhiễm là 1:100. Trong khi đó ở nước thải sinh hoạt thông thường khu dân cư tỉ số này là 1:10.000 - 1: 1.000.000. Như vậy, khi xác định chuẩn coli của nước thải chưa xử lý của bệnh viện truyền nhiễm có thể sơ bộ đánh giá về mức độ truyền nhiễm bởi các vi khuẩn gây bệnh.

Những nghiên cứu vệ sinh về virus cho thấy lượng virus trong nước thải sinh hoạt khu dân cư là 5.000 trong 1 lít khi chưa xử lý, khoảng 15 đơn vị virus trên mỗi một triệu trực khuẩn coli. Cũng có nhiều tài liệu về nguy hiểm truyền nhiễm bởi các vi khuẩn bệnh lao trong nước thải các bệnh viện điều trị bệnh lao. Trong một công trình người ta thấy trong 1 lít nước thải chưa xử lý có tới 1.500.000 vi khuẩn lao, ở phần cặn của nước thải còn tới 100.000.000. Ở một công trình khác là 425.000 - 10.000.000 vi khuẩn lao trong 1 lít nước thải...

Như vậy, những số liệu này tuy có khác nhau nhưng đều cho thấy một số lượng lớn vi khuẩn lao có trong nước thải của bệnh viện điều trị bệnh lao. Do việc khó tách dòng nước thải khỏi các vi khuẩn này nên cần phải có phương pháp riêng tiếp nhận và xử lý chúng.

Theo ý kiến chung của các nhà nghiên cứu ô nhiễm môi trường bởi trứng giun sán là do xử lý không đúng cách và còn do sử dụng nước không sạch trong sinh hoạt hoặc cả nước thải trong trồng trọt. Tài liệu nước ngoài rất phong phú về hàm lượng trứng giun sán trong nước thải sinh hoạt khu dân cư khi chưa được xử lý.

Số liệu nhiều năm nghiên cứu của Kôzôlôva tại một trạm xử lý ở Matxcova cho thấy lượng trứng giun trong nước thải chưa xử lý từ 4,0 đến 27,4 trong 1 lít, ở Kiev lượng đó là 1 đến 9 trong 1 lít. Những giá trị đó đặc

trung cho các thành phố lớn, còn đối với các thành phố vừa và nhỏ số liệu đó phải là 30 - 40 trong 1 lít nước thải (có số liệu tới vài trăm).

Đối với nước thải bệnh viện thì còn thiếu những khảo sát cơ bản, tuy nhiên có thể giả định rằng ở tiêu chuẩn sử dụng nước từ 500 l/ngày/giường bệnh trở lên thì số trứng giun sán là 10 - 15 trong 1 lít nước thải. Ở tiêu chuẩn sử dụng nước thấp hơn, số trứng giun sán có thể tăng lên đến 400 trong 1 lít nước thải.

Như vậy, nước thải bệnh khác nước thải sinh hoạt bởi những điểm sau:

- Lượng chất bẩn gây ô nhiễm tính trên 1 giường bệnh lớn hơn 2 - 3 lần lượng chất bẩn gây ô nhiễm tính trên 1 đầu người. Ở cùng một tiêu chuẩn sử dụng nước thì nước thải bệnh viện đặc hơn, đồng nghĩa là nồng độ chất bẩn cao hơn nhiều.

- Sự hình thành nước thải bệnh viện trong vòng 1 ngày và ở những ngày riêng biệt của tuần là không đều (hệ số không đều $K = 2,5$).

- Thành phần của nước thải bệnh viện dao động trong ngày do chế độ làm việc của bệnh viện không đều.

- Trong nước thải bệnh viện ngoài những chất bẩn thông thường như trong nước thải sinh hoạt còn chứa những chất bẩn hữu cơ và khoáng đặc biệt (thuốc men, chất tẩy rửa, đồng vị phóng xạ...).

- Trong nước thải bệnh viện có một lượng lớn vi khuẩn gây bệnh.

Từ những điều đó chúng ta thấy rằng cần phải xếp nước thải bệnh viện vào loại nước thải riêng khác nước thải sinh hoạt và yêu cầu xử lý cũng phải cao hơn.

Chương II

SỰ NGUY HIỂM VỀ PHƯƠNG DIỆN VỆ SINH DỊCH TỄ CỦA NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

2.1. SỰ TỒN TẠI CÁC TÁC NHÂN GÂY BỆNH TRUYỀN NHIỄM TRONG NƯỚC THẢI VÀ NGUỒN NƯỚC

Sự nguy hiểm về phương diện dịch tễ học của tác nhân này hay tác nhân khác gây bệnh truyền nhiễm đường ruột và một loạt bệnh do động vật truyền cho người phụ thuộc rất nhiều vào sự tồn tại của các tác nhân đó trong môi trường.

Học thuyết hiện đại về nguồn truyền nhiễm khẳng định rằng môi trường tự nhiên duy nhất làm nơi lưu trú và phát triển của các tác nhân gây bệnh cho người chính là cơ thể con người và ở những trường hợp riêng biệt là cơ thể động vật. Người ta thấy rằng đối với ký sinh trùng thì cơ thể loại nào đó còn chưa đủ, chúng chỉ có thể sống ký sinh ở những cơ quan và ở những mô nhất định. Môi trường bên ngoài đối với vi khuẩn gây bệnh là xa lạ, trong đó: ký sinh trùng không thể tìm thấy những điều kiện thuận lợi cho sự tồn tại của mình.

Nhưng cũng có những tài liệu tuy rằng có sự mâu thuẫn do những nhà nghiên cứu khác nhau tiến hành lại chỉ ra rằng các tác nhân gây bệnh đường ruột có thể tồn tại một thời gian dài trong những đối tượng khác nhau của môi trường bên ngoài. Ví dụ thời gian tồn tại khá dài (từ 2-5 tháng đến vài năm) của vi khuẩn gây bệnh phó thương hàn trong nước cất và nước đun sôi để nguội, còn trong nước sông hồ là 1-3 tuần. Ở những nguồn nước sạch thì thời gian sống càng lâu hơn. Ví dụ các tác nhân gây bệnh thương hàn và phó

thương hàn B tồn tại trong nước sông hồ ở nhiệt độ phòng là 33 và 62 ngày, còn trong nước giếng khơi từ 107 ngày đến 1.5 năm, trong nước máy là 420 ngày.

Trong nước bẩn và nước thải thời gian sống của vi khuẩn ngắn hơn. Nhưng cũng có công trình nghiên cứu cho thấy trong nước thải ở nhiệt độ thấp ($4-6^{\circ}\text{C}$) vi khuẩn thương hàn được tìm thấy trong vòng 27 ngày, còn ở nhiệt độ phòng ($18-20^{\circ}\text{C}$) là 24 ngày.

Người ta còn thấy các dạng vi khuẩn bền vững dưới tác động của những nhân tố không thuận lợi của môi trường bên ngoài. Ví dụ những số liệu về vi khuẩn *Salmonella* Breslow tồn tại ở trong nước sông ở 6°C đến 157 ngày, ở trong nước sông đã lọc sạch cũng ở nhiệt độ đó là 227 ngày. Với việc tăng nhiệt độ thời gian sống của các tác nhân gây bệnh giảm dần.

Vi khuẩn bệnh lỵ theo ý kiến của đa số nhà nghiên cứu có tính bền vững kém hơn vi khuẩn phó thương hàn. Trong nước giếng khơi vi khuẩn lỵ Flexnere tồn tại 10-11 ngày, còn vi khuẩn Grigoriev - Shig 2-3 ngày. Trong nước cấp thành phố sự tồn tại của vi khuẩn lỵ phụ thuộc vào hàm lượng clo hoạt hoá có trong nước; nếu không có clo dư thì chúng tồn tại hơn 1 tuần còn ở hàm lượng clo 0.2 - 0.5mg/l thì chúng chỉ tồn tại được 2 giờ.

Nhưng những năm gần đây xuất hiện những số liệu trong các công trình nghiên cứu cho thấy thời gian tồn tại khá lớn của những vi khuẩn lỵ trong môi trường. Ví dụ trong nước sông và nước giếng khơi các tác nhân bệnh lỵ Flexnere tồn tại tới 15-19 ngày.

Kết quả nghiên cứu cho thấy trong nước máy các chủng vi khuẩn Flexnere ở nhiệt độ phòng có khả năng sống 30-40 ngày. Ở nhiệt độ $4-8^{\circ}\text{C}$ khả năng tồn tại của chúng từ 4-8 tháng. Vi khuẩn Zone trong điều kiện giữ ở tủ lạnh tồn tại tới 2,5 tháng còn ở nhiệt độ phòng thời hạn có giảm đi.

Khoảng thời gian sống của các vi khuẩn bệnh lý phụ thuộc không những chỉ vào loại tác nhân mà còn vào chất lượng nước. Ví dụ trong trường hợp nhân tạo gây lây nhiễm nước giếng khơi, nước sông, nước máy, nước cất bởi các tác nhân bệnh lý liều lượng 100 và 100.000 vi khuẩn trong 1 ml cho thấy khả năng sống sót cao nhất là vi khuẩn lý Zone trong nước máy đến 62 ngày còn trong nước thông thường đến 48 ngày. Khả năng sống sót của vi khuẩn Flexnere dao động từ 9 đến 13 ngày trong nước thông thường và từ 38 đến 62 ngày trong nước máy. Vi khuẩn lý Newcatl sống sót 6 đến 16 ngày, vi khuẩn Grigoriev - Shig 3 đến 7 ngày trong nước thông thường còn trong nước máy đến 11 ngày.

Trong nước thải gây lây nhiễm nhân tạo các vi khuẩn Flexnere sống sót 10 đến 30 ngày, trong nước qua lọc 5 đến 10 ngày, còn trong nước qua thanh trùng bằng ô tô klav (nồi hấp) từ 2 đến 5 tháng. Khoảng thời gian sống sót của vi khuẩn lý Flexnere trong nước thải ở nhiệt độ 37°C là 56 ngày.

Theo số liệu của một số nghiên cứu khác khoảng thời gian sống sót của các chủng vi khuẩn lý Flexnere bền kháng sinh trong nước sông ở nhiệt độ 6°C là tới 36 ngày, còn trong nước sông đã qua lọc tới 139 ngày. Với việc tăng nhiệt độ khoảng thời gian sống sót của các vi khuẩn lý giảm dần. Người ta thấy khoảng thời gian sống sót của vi khuẩn lý hơn hẳn các vi khuẩn thương hàn trong những điều kiện môi trường như nhau.

Một số lượng lớn công trình nghiên cứu đề cập tới thời gian giữ phẩy khuẩn tả trong nước. Trong nước hồ thời gian đó là từ 7 đến 23 ngày đến một vài tháng. Có công trình chỉ ra rằng phẩy khuẩn tả ở nhiệt độ 3 đến 4°C trong nước đã thanh trùng sống đến 30 ngày còn trong nước chưa thanh trùng đến 50 ngày; ở nhiệt độ 18 đến 20°C phẩy khuẩn có thể sống tới 166 và 189 đến 200 ngày tương ứng trong nước đã và chưa thanh trùng. Trong nước biển phẩy khuẩn tả sống không quá 1 tháng. Thời gian dài cho thấy

trong nước đã đun sôi, phẩy khuẩn tả sống tới hơn 1 năm. Trong nước máy tác nhân gây bệnh tả không chết trước 7 ngày. Liều lượng clo thông thường sử dụng khử trùng nước máy tiêu diệt phẩy khuẩn tả một cách hiệu quả.

Các tác nhân bệnh Brucella trong nước đã thanh trùng ở nhiệt độ phòng sống tới 77 ngày, còn ở nhiệt độ 40°C là 114 ngày. Người ta thấy có sự phụ thuộc vào liều lượng gây nhiễm khuẩn. Khi cho 10 triệu khuẩn Brucella trong 1 ml nước thì chúng có thể sống tới 90 ngày, còn ở lượng 1 triệu thì chỉ có 75 ngày. Trong trường hợp nước giếng khơi đã thanh trùng 100 vi khuẩn Brucella ở nhiệt độ 14 đến 22°C có thể sống tới 2 tháng, còn 500 vi khuẩn tới 5 tháng. Các nghiên cứu cũng cho thấy khả năng sống sót của vi khuẩn Brucella trong nước sông về mùa xuân và hè tới 91 ngày, còn về mùa thu và đông tới 164 ngày (ở điều kiện châu Âu).

Vi khuẩn Tulare có đặc điểm là khá bền vững trong môi trường, đặc biệt ở nhiệt độ thấp. Trong nước chúng sống ở nhiệt độ 13 đến 15°C tới 92 đến 95 ngày. Theo số liệu tổng hợp của nhà nghiên cứu Miliavxkaia: trong nước đã thanh trùng tác nhân Tulare tồn tại 3 đến 15 ngày, trong nước nhiễm bẩn tới 75 ngày, trong nước máy tới 92 ngày, trong nước giếng khơi 12 đến 60 ngày.

Các dạng thực vật của tác nhân bệnh than không có sự bền vững trong môi trường (1 đến 2 ngày). Ngược lại các bào tử của tác nhân bệnh than rất bền và có thể sống trong nước nhiều năm, nhiều thập kỷ.

Trong thí nghiệm cũng như ở điều kiện thực đã nghiên cứu thời gian sống sót của tác nhân gây bệnh lao trong những đối tượng khác nhau của môi trường bên ngoài, Musheld xác định được rằng độc tính của vi khuẩn trong nước vẫn còn giữ được sau 5 tháng để chúng trong bóng tối và ánh sáng nhạt, đồng thời tới 4,5 tháng trong băng giá. Thậm chí qua 107 đến 197 ngày tác nhân bệnh lao vẫn giữ được độc tính và chỉ đến ngày thứ 211

độc tính mới hoàn toàn biến mất. Kraus nhận thấy không phụ thuộc vào mùa trong năm, tác nhân bệnh lao có thể sống trong nước thải đến 197 ngày.

Nhiều virus ruột có thể giữ khả năng gây bệnh rất dài trong môi trường. Người ta đã xác định được sự phụ thuộc của thời gian sống trong nước của virus Coxaki nhóm A vào nhiệt độ của nước, thành phần hoá học của nó và chủng virus. Thời hạn sống sót cực đại đối với chủng A-5 và A-7 trong nước sông đã thanh trùng và nước máy ở nhiệt độ 4°C là hơn 200 ngày. Theo số liệu của nhiều nhà nghiên cứu thời hạn sống sót của virus Coxaki nhóm B (B-5) trong nước thải và nước máy ngắn hơn và chỉ là 33 và 46 ngày.

Những nghiên cứu đã tiến hành để so sánh khả năng sống sót trong nước sông và nước thải ở 6°C và $18-20^{\circ}\text{C}$ của 5 chủng virus: polyornielite typ 1, ECHO-7, ECHO-9, Coxaki A-5 và Coxaki B-3 cũng chỉ ra rằng ảnh hưởng đáng kể đến khả năng sống sót của virus ruột bao gồm loại virus, nhiệt độ, mức độ bẩn của nước. Từ những loại virus ruột nghiên cứu trên, loại bền vững nhất và có khả năng sống lâu trong nước thải và nước sông là virus ECHO-7, tương ứng là 93 đến 114 ngày và 50 đến 93 ngày. Khả năng sống sót lớn nhất của virus ruột được nhận thấy trong nước thải ở nhiệt độ 6°C . Đối với tất cả các loại virus đều quan sát được quy luật tăng thời gian sống sót: trong nước thải chúng sống lâu hơn đáng kể so với trong nước sông, hơn nữa khả năng sống sót của chúng trong nước sông ở 6°C đều nhỏ hơn so với trong nước thải ở 18 đến 20°C . Như vậy mức độ bẩn của nước có ý nghĩa nhất định. Thời gian sống sót của các virus trong nước thải lớn hơn trong nước sông có lẽ được giải thích bởi tác động bảo vệ của các cấu tử chứa protein có trong nước thải.

Những số liệu về thời gian sống sót của các vi khuẩn gây bệnh trong nước thải và nước sông được đưa vào bảng 2.1 và bảng 2.2.

Bảng 2.1. Sự sống sót của trực khuẩn Coli và các vi khuẩn gây bệnh trong nước (ngày)

Loại vi khuẩn	Loại nước						
	Nước cát	Nước đã thanh trùng	Nước máy	Nước sông	Nước giếng khơi	Nước thải	Nước biển
Trực khuẩn Coli	21 ÷ 72	8 ÷ 365	2 ÷ 262	21 ÷ 183	-	-	-
Vi khuẩn bệnh thương hàn	Từ 2 tháng đến vài năm	167 ÷ 365	420	7 ÷ 157	Đến 547	24 ÷ 27	2 ÷ 36
Vi khuẩn bệnh lỵ	-	16 ÷ 62	Đến 240	15 ÷ 19	2 ÷ 19	10 ÷ 56	11 ÷ 15
Phẩy khuẩn tả	166 - 260	30 ÷ 360	Đến 7	Từ 7 đến vài tháng	-	Đến 30	Đến 90
Brucella	-	77 ÷ 166	-	-	-	-	91 ÷ 164
Tác nhân bệnh Tulare	-	3 ÷ 15	Đến 92	7 ÷ 31	12 ÷ 60	Đến 75	-
Các dạng:							
Tác nhân bệnh than	-	-	-	1 ÷ 2	-	-	-
Tác nhân bệnh than (dạng bào tử)	-	-	-	Hàng chục năm	-	-	-

Bảng 2.2. So sánh khả năng sống sót của các virus ruột trong nước sông và nước thải

Chủng virus	Loại nước	Thời gian sống sót, ngày	
		18 ÷ 20 ⁰ C	4 ÷ 6 ⁰ C
Polyomielyt typ 1	Nước thải	6	-
Polyomielyt typ 1	Nước thải	50	93 (114)
Polyomielyt typ 1	Nước sông	-	84
Polyomielyt typ 1	Nước sông	11 (20)	50
Polyomielyt typ 1	Nước sông thanh trùng bằng ô tô klav (nồi hấp)	14	63
Coxaki A-5	Nước sông thanh trùng bằng ô tô klav (nồi hấp)	121	215
Coxaki A-5	Nước sông	40	113
Coxaki A-5	Nước thải	69	200
Coxaki B-3	Nước sông	11	20
Coxaki B-3	Nước thải	11	50
ECHO-7	Nước sông	50	93
ECHO-7	Nước thải	93	114
ECHO-9	Nước sông	4	11
ECHO-9	Nước thải	11	20

Như vậy, những số liệu từ các công trình nghiên cứu về tính bền vững cao của các vi khuẩn gây bệnh trong nước thải đã khẳng định chắc chắn sự nguy hiểm về phương diện dịch tễ học của nước thải bệnh viện đặc biệt là sự truyền nhiễm. Trong trường hợp nước thải bệnh viện xử lý không tốt có thể có những vi khuẩn gây bệnh đi vào nguồn nước và với tính bền vững của chúng trong môi trường theo thời gian tạo nên nguy cơ phát tán bệnh tật qua nguồn nước mà con người sử dụng.

2.2. HIỆU QUẢ LÀM SẠCH NƯỚC THẢI KHỎI VI KHUẨN GÂY BỆNH TRONG CÁC CÔNG TRÌNH XỬ LÝ

Nước thải sinh hoạt khu dân cư đi vào các công trình xử lý của hệ thống thoát nước đôi khi chứa một số lượng lớn vi khuẩn gây bệnh do thiếu trạm xử lý nước thải bệnh viện hoặc chưa xử lý khử trùng tốt. Điều này liên quan đến nước thải bệnh viện truyền nhiễm, các bệnh viện lao hoặc những bệnh viện khác do sự nguy hiểm về phương diện dịch tễ học của chúng.

Do vậy rất đáng quan tâm vấn đề hiệu quả làm sạch nước thải khỏi các vi khuẩn gây bệnh trên các công trình xử lý khác nhau của hệ thống thoát nước.

N.M.Belova khi nghiên cứu hiệu quả làm sạch pha lỏng nước thải sinh hoạt trên aeroten thực tế và trên biophin ở phòng thí nghiệm đã xác định được rằng trên những công trình xử lý này không giữ được hết các vi khuẩn gây bệnh nhóm đường ruột. H.M.Zolotariôva cũng nhận thấy còn vi khuẩn thương hàn và phó thương hàn B trong nước thải đã xử lý bằng phương pháp sinh học sau hồ sinh học và aeroten.

Một loạt thí nghiệm nghiên cứu động học giải phóng pha lỏng của nước thải khỏi các tác nhân gây bệnh thương hàn đã được tiến hành trong điều

kiện gắn với điều kiện hoạt động của aeroten. Theo các số liệu nhận được thì từ số lượng vi khuẩn thương hàn ban đầu là 3700 trong 1 ml sau 24 giờ còn 1700, sau 48 giờ còn 2. Sau 5 giờ sục khí và 1 giờ để lắng nước thải thì trong pha lỏng phía trên phần cặn vẫn còn 5% vi khuẩn bệnh thương hàn.

Theo Brown và Sery thì sau 12 giờ xử lý nước thải chứa 450 ngàn vi khuẩn thương hàn trong 1ml bằng bùn hoạt tính nồng độ vi khuẩn thương hàn giảm đi 96%. Hiệu quả lớn nhất đạt được trong 6 giờ ban đầu do hấp phụ và tác động của tập đoàn vi sinh vật bùn hoạt tính. Theo Stewere thì việc giảm lượng vi khuẩn thương hàn trong nước thải đến 96% lại quan sát được 6 giờ sục khí với sự có mặt của bùn hoạt tính. Edwards lại chỉ ra rằng nồng độ các tác nhân gây bệnh thương hàn trong dòng ra giảm đi 96-98% sau 14 giờ sục khí với bùn hoạt tính. Green và Baerd cho rằng trong aeroten xảy ra sự giảm vi khuẩn thương hàn từ 91 đến 99% sau 6 giờ sục khí nước thải. Trong điều kiện biophin nhỏ giọt với tải trọng $2,8\text{m}^3/\text{ngày}$ nồng độ vi khuẩn thương hàn giảm được 99%, còn ở tải trọng 6,6 và $12\text{m}^3/\text{ngày}$ thì tương ứng là 96 và 95%.

Kết quả nghiên cứu của bộ môn vệ sinh học công cộng trường đại học y Kiep cho thấy thời gian dài tìm thấy vi khuẩn gây bệnh trong nước thải xử lý bằng kênh oxy hoá tuần hoàn. Ví dụ thời gian giới hạn tìm thấy tác nhân bệnh lỵ Zone là từ 6 giờ đến 4 ngày tùy thuộc vào mức độ gây nhiễm ban đầu, nồng độ bùn hoạt tính và nhiệt độ; thời hạn cực đại tìm thấy vi khuẩn gây bệnh trực khuẩn ruột huyết thanh là từ 7 đến 19 ngày ở nồng độ ban đầu 1 triệu và 100 triệu vi khuẩn trong 1 lít nước thải.

T.V.Bey và L.N.Zabarnaia cũng đi đến những kết luận tương tự khi nghiên cứu hiệu quả xử lý nước thải trong thiết bị oxy hoá ly tâm (TBOLT). Trong nước thải ở chế độ làm việc của TBOLT sau 3 giờ sục khí quan sát được sự giảm đáng kể các chất bẩn theo BOD_5 từ 125 xuống 10 mg/l; giảm

lượng nitơ của các muối amoni từ 14,1 xuống 0,2 mg/l xuất hiện nitrat. Người ta cũng thấy hiệu quả xử lý theo các chỉ tiêu vi sinh vật. Ví dụ số vi khuẩn giảm 79,6%, chuẩn coli tăng 1000 lần. Tuy vậy vi khuẩn gây bệnh trực khuẩn ruột huyết thanh (0-111) trong nước thải vẫn phát hiện được trong vòng 9 ngày làm việc của TBOLT.

Những nghiên cứu hoạt động của các công trình làm sạch sinh học tự nhiên (bãi lọc và cánh đồng tưới) chỉ ra rằng tuy đất có khả năng tự làm sạch rất cao nhưng các vi khuẩn gây bệnh có thể tồn tại trong đất thời gian khá dài và với việc nước thải thấm qua đất thì kéo theo chúng đi vào hồ chứa nước hoặc vào các tầng nước sâu trong đất. Ví dụ ở lớp đất sâu trong cánh đồng tưới ở thành phố Ôdetxa đã tìm thấy những vi khuẩn bệnh thương hàn và phó thương hàn.

Bằng những khảo sát trên các công trình xử lý nước thải bệnh viện lao người ta đã cho thấy rằng việc giảm hàm lượng vi khuẩn trong nước thải sau bể lắng sơ cấp đạt khoảng 50-54%, còn sau bể lắng thứ cấp với việc sử dụng aeroten là từ 66 đến 70%. Thiết bị lọc sinh học cũng không thể làm sạch nước thải khỏi các vi khuẩn gây bệnh.

Một loạt nghiên cứu về hiệu quả làm sạch nước thải khỏi virus ruột trên các công trình xử lý đã được tiến hành (G.A.Bagdaxarian và V.A.Kazanxeva). Những giai đoạn làm sạch nước thải khác nhau ảnh hưởng khác nhau đến lượng virus ruột gây bệnh còn trong nước thải. Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học làm giảm tần số phát hiện các virus ruột; trên trạm thổi khí nơi tiến hành clo hoá nước thải đã qua xử lý người ta nhận thấy sự khử trùng đáng kể các virus ruột gây bệnh còn trong nước thải.

Chuẩn các virus ruột gây bệnh trong nước thải đã qua tổ hợp các công trình xử lý nhỏ hơn chuẩn của từng giai đoạn xử lý riêng nhưng việc loại hoàn toàn virus ruột khỏi nước không xảy ra. Nồng độ virus ruột trong nước

thải ở đầu ra công trình xử lý phụ thuộc tỉ lệ thuận vào nồng độ ban đầu của chúng ở đầu vào công trình xử lý.

Ở những công trình nghiên cứu khác đã loại được virus ruột khỏi nước thải trên các giai đoạn khác nhau của sau xử lý cơ học cũng như loại hoàn toàn sau xử lý sinh học. Sau clo hoá thì không phát hiện được virus. Tuy nhiên không phải bao giờ cũng như vậy.

Sự vi phạm chế độ làm việc của công trình xử lý dẫn đến việc giảm đáng kể hiệu quả xử lý nước thải. Theo kết quả của A.X.Gorodetxki trên phần lớn các công trình xử lý sinh học bằng phương pháp nhân tạo hiệu quả trung bình xử lý nước thải đạt 30 đến 50% và điều này xảy ra vì sự quá tải của công trình từ 3 đến 5 lần so với công suất thiết kế.

Như vậy, như những số liệu của các nghiên cứu về vi khuẩn - virus khẳng định thì trên các công trình xử lý nước thải đô thị nói chung và công trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học nói riêng, nếu không tiến hành khử trùng thì không thể tiêu diệt hoàn toàn vi khuẩn gây bệnh. Ngay cả clo hoá nước thải đã xử lý mà liều lượng chưa đủ thì cũng không cho được hiệu quả khử trùng tin cậy. Vì thế có thể có sự xâm nhập của các vi khuẩn gây bệnh cùng dòng nước thải đã qua công trình xử lý vào nguồn nước được sử dụng để làm nước cấp. Điều đó tạo nên nguy cơ dịch tễ học thực sự ở khu dân cư.

Sự cảnh báo về khả năng ô nhiễm nguồn nước cấp bởi các vi khuẩn gây bệnh cần phải được tiến hành một mặt theo hướng vận hành đúng các công trình xử lý, giảm sự quá tải của chúng, mặt khác theo hướng giảm mức độ nhiễm khuẩn nước thải sinh hoạt ở khu dân cư. Điều này có thể đạt được bằng cách khử trùng tập trung ở các công trình xử lý nước thải bệnh viện trước khi đưa nước thải bệnh viện đã xử lý vào hệ thống thoát nước công cộng.

2.3. NGUY CƠ DỊCH BỆNH DO Ô NHIỄM NGUỒN NƯỚC BỞI NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Đã biết nhiều trường hợp phát sinh dịch bệnh mà nguyên nhân là do nguồn nước ngầm hay nước mặt bị ô nhiễm bởi nước thải.

Việc phân tích các nguyên nhân xuất hiện bệnh thương hàn, phó thương hàn và phát hiện các tác nhân của bệnh này trong nước thải và trong nước sông hồ cho phép xác định vai trò đáng kể của nguồn nước trong dịch tễ học những bệnh truyền nhiễm này. Người ta cũng nhận thấy hàng loạt trường hợp bùng phát bệnh lỵ có nguồn gốc là từ môi trường nước.

Ở những điều kiện dịch tễ thuận lợi có thể bằng con đường qua nước mà lan truyền các bệnh truyền nhiễm đường ruột khác. Con đường này là cơ bản với các bệnh: tả, *Leptospira* (bệnh sốt do *Leptospira*, viêm gan dịch tễ). Cũng thuộc về loại này quan sát thấy được cả bệnh *Tulare* qua nguồn nước.

Các số liệu công bố khẳng định khả năng truyền bằng con đường nước bệnh *Brucella* đã thấy ở hơn 70 quốc gia trong đó: có mô tả kỹ ở Pháp, Thụy Điển, Mỹ. Cũng có những thông báo về người bị bệnh lao bằng con đường nước.

Tất nhiên nước thải các bệnh viện truyền nhiễm, bệnh viện lao... là mối nguy hiểm lớn nhất tạo khả năng ô nhiễm nguồn nước bởi các vi khuẩn gây bệnh. Nước thải loại này không được khử trùng hoặc khử trùng không triệt để đi vào nguồn nước ngầm và nước mặt luôn là nguy cơ truyền bệnh cho không chỉ một người nào đó mà cả dịch bệnh cho cộng đồng dân cư.

Một bài học lớn về phương diện này là dịch bệnh quan sát được bởi L.V.Gromasevski năm 1934 ở thị xã với 30 ngàn dân. Độ nhiễm bệnh thương hàn cao quan sát được trong dân cư đã 2 năm. Vào các tháng 11 và 12 năm 1933 độ nhiễm bệnh lẽ ra phải giảm nhưng lại tiếp tục tăng và vào

tháng giêng năm 1934 đã ghi nhận được 225 trường hợp bị bệnh. Sau khi clo hoá nước độ nhiễm bệnh có giảm đi một chút nhưng vẫn tiếp tục ở mức cao. Khi người ta xem xét điều kiện cấp nước của thị xã thì thấy rằng thị xã có đường ống nước riêng lấy nước chưa xử lý từ một con sông lớn chảy qua những khu dân cư nhỏ. Nước lấy bằng một trạm bơm từ nhánh sông hữu ngạn (nhánh này nhỏ hơn) cách nhánh sông tả ngạn bằng một đảo cát chạy dài. Hai năm cuối cùng ở không xa phía thượng lưu người ta đã xây một cây cầu đường sắt. Chính vì thế những công trình ngầm của cầu đã làm giảm dòng chảy của sông đến nỗi ở nhánh sông hữu ngạn ngay phía trên chỗ trạm bơm nước tạo nên một dải cát nối liền bờ phải sông với hòn đảo. Do vậy đã làm thay đổi đáng kể điều kiện lấy nước của trạm bơm: nước bây giờ được lấy từ vùng nước chảy dài cùng với nước thải, hơn nữa sự giảm nước được bổ sung bằng dòng nước ngược chảy từ phía dưới lên tức sau hòn đảo. Khi điều tra mới thấy rằng ở 100m cách chỗ lấy nước và còn cách xa phía đuôi của đảo có một kênh thoát nước đổ vào nhánh sông hữu ngạn mà người ta thải cả nước thải bệnh viện truyền nhiễm vào đó. Nguyên nhân của dịch bệnh đã rõ ràng. Để loại trừ khẩn cấp dịch bệnh, điểm lấy nước đã được chuyển về bên nhánh sông tả ngạn.

Qua một năm bệnh dịch đã có 5% dân số thị xã bị ốm và trong thời gian đó người ta không thấy xu hướng tự giảm độ lây bệnh. Còn một năm sau đó khi đã chuyển vị trí lấy nước chỉ ghi nhận có 20 trường hợp bị bệnh thương hàn.

Tài liệu cũng nêu những ví dụ khác về bùng nổ dịch bệnh đường ruột do nước thải của các bệnh viện truyền nhiễm.

Dịch bệnh thương hàn quan sát được năm 1926 ở thành phố Rôxtôp trên sông Đông. Trên một đoạn cống thoát nước người ta sử dụng để đổ nước thải của một khu vực có các bệnh viện. Dần dần đã xảy ra tắc và đường cống

nước thải bệnh viện bị vỡ, nước tràn vào đất. Cách chổ vỡ 15 mét 20m là công trình ngầm của hệ thống cấp nước. Nước thải bệnh viện đi vào hệ thống nước cấp. Đã xảy ra bùng nổ dịch bệnh và sau đó người ta đã tìm ra nguyên nhân rồi khắc phục được.

Ở một thị trấn của Ukraina quan sát được sự bùng phát bệnh thương hàn bằng 60,6% các ca mắc bệnh cả năm (tính trung bình) của thị trấn.

Điều tra dịch tễ học chỉ ra rằng sự bùng phát các bệnh đường ruột xuất hiện do vận hành không đúng các công trình xử lý, cũng như là trạm lọc nước cấp có vấn đề hay là do khi tiến hành việc sửa chữa đường ống dẫn nước đã không tuân thủ các yêu cầu vệ sinh - tất cả dẫn đến ô nhiễm nguồn nước bởi dòng nước thải có chứa vi khuẩn gây bệnh.

Vấn đề về sự nguy hiểm thực tế hay là tiềm năng lan truyền bệnh lao do xả vào nguồn nước nước thải chưa được làm sạch hoàn toàn hiện vẫn còn gây tranh cãi. Phần lớn các tác giả cho rằng do tính bền vững đáng kể của người và động vật đối với bệnh lao và do nước thải được pha loãng đáng kể trong sông hồ chứa nước mà sự có mặt của vi khuẩn bệnh lao trong nguồn nước không gây nguy hiểm. Tuy nhiên, những số liệu khách quan cho thấy con người bị mắc bệnh lao qua đường nước là có thực. Nhà nghiên cứu V.Gostead đã mô tả trường hợp bị bệnh lao của 3 đứa trẻ sau khi ngã xuống sông bị nhiễm bẩn bởi nước thải. Trong nhiều tài liệu khác cũng có mô tả những trường hợp tương tự.

Người ta quan sát được cả những trường hợp mắc bệnh lao của đại gia súc qua nguồn nước bị nhiễm vi khuẩn lao.

Như vậy, những ví dụ nêu trên đã khẳng định các trường hợp mắc bệnh ở người và động vật do nước thải bệnh viện, đặc biệt là của các bệnh viện truyền nhiễm chưa được xử lý và khử trùng triệt để.

Ở đô thị và khu dân cư sự giao nhau giữa hệ thống thoát nước và hệ thống cấp nước là khó tránh khỏi. Cần phải tuân thủ các quy định về những biện pháp phòng ngừa ô nhiễm hệ thống cấp nước từ hệ thống thoát nước do các sự cố. Nhưng quan trọng hơn là phải xây dựng hệ thống xử lý và khử trùng nước thải bệnh viện tập trung trước khi xả vào hệ thống thoát nước công cộng. Nếu không làm được như vậy thì thật là nguy hiểm.

Chỉ có xử lý và khử trùng nước thải bệnh viện đúng quy định mới loại trừ được nguy cơ dịch bệnh truyền nhiễm trong cộng đồng dân cư.

Chương III

CÁC SƠ ĐỒ LÀM SẠCH VÀ KHỬ TRÙNG NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

3.1. NHỮNG YÊU CẦU CHUNG ĐỐI VỚI VIỆC THOÁT NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Sự nguy hiểm lớn về phương diện dịch tễ của nước thải bệnh viện đòi hỏi những giải pháp thiết kế đúng đắn để làm sạch và khử trùng nước thải bệnh viện.

Ý kiến của các nhà nghiên cứu nước ngoài đều thống nhất về sự không cần thiết phải xử lý sơ bộ dòng nước thải của các bệnh viện sôma trước khi thải chúng vào hệ thống thoát nước chung của thành phố có công trình xử lý nước thải sinh hoạt. Họ lập luận rằng dấu hiệu truyền nhiễm của nước thải các bệnh viện loại này không khác gì nước thải sinh hoạt. Do vậy nếu trong bệnh viện không có khoa truyền nhiễm thì có thể đầu trực tiếp nước thải bệnh viện sôma với hệ thống thoát nước của thành phố.

Nước thải của các bệnh viện truyền nhiễm trước khi thải vào hệ thống thoát nước chung của thành phố phải được khử trùng ngay trên khuôn viên bệnh viện. Các nước đều có các tiêu chuẩn quốc gia, tiêu chuẩn ngành về vấn đề này.

Nếu hệ thống thoát nước tốt và có công trình xử lý nước thải sinh hoạt đảm bảo xử lý sinh học và khử trùng hoàn toàn nước thải thì hệ thống riêng xử lý nước thải bệnh viện có thể không cần. Nếu hệ thống thoát nước công cộng không có công trình xử lý nước thải sinh học thì bắt buộc phải xây dựng trạm xử lý nước thải bệnh viện cục bộ.

Nước thải bệnh viện lao phải được xử lý sinh học và khử trùng hoàn toàn mới được hoà vào hệ thống thoát nước đô thị.

Trong bảng 3.1 nêu những yêu cầu đối với thoát nước thải bệnh viện các loại.

Bảng 3.1. Những yêu cầu đối với thoát nước thải bệnh viện

Loại bệnh viện	Nước thải sinh hoạt đô thị, khu dân cư	
	Có hệ thống với công trình xử lý nước thải	Không có hệ thống thoát nước
Bệnh viện soma không có khoa truyền nhiễm	Thải thẳng vào hệ thống thoát nước đô thị	Xây dựng công trình xử lý cục bộ
Bệnh viện soma với các khoa truyền nhiễm	Sau khi xử lý sơ bộ và khử trùng nước thải các khoa truyền nhiễm ở các công trình xử lý riêng mới thải vào hệ thống thoát nước đô thị	Xây dựng các công trình xử lý cục bộ cho các bệnh viện soma và các khoa truyền nhiễm. Nếu không thể xây dựng công trình xử lý riêng cho các khoa truyền nhiễm thì được phép cho nước thải các khoa này vào hệ thống nước thải của toàn bệnh viện để xử lý chung với điều kiện tuân thủ các yêu cầu như nước thải của một bệnh viện truyền nhiễm
Bệnh viện chuyên khoa truyền nhiễm	Chỉ thải vào hệ thống thoát nước đô thị sau khi đã xử lý và khử trùng nước thải ở công trình xử lý riêng của bệnh viện	Xây dựng công trình xử lý cục bộ

3.2. CÁC SƠ ĐỒ XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN Ở KHU DÂN CƯ CÓ HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC VỚI CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Việc chọn tổ hợp công trình xử lý nước thải bệnh viện ở khu dân cư có hệ thống thoát nước phải được tiến hành có tính tới các điều kiện sau: lĩnh vực của bệnh viện, diện tích đất cần để xây trạm xử lý riêng, điều kiện khí hậu, địa chất thủy văn, các điều kiện vệ sinh của khu vực, lượng nước thải cần phải xử lý.

Tổ hợp công trình để xử lý và khử trùng nước thải bệnh viện truyền nhiễm theo cách tập trung phải bao gồm các công trình làm sạch nước thải bằng phương pháp cơ học (các bể tự hoại khác nhau với lưu lượng nước thải đến $25\text{m}^3/\text{ngày}$; các bể tự hoại hai ngăn hay các bể lắng với lưu lượng nước thải tới $100 - 150\text{m}^3/\text{ngày}$) và khử trùng nước thải (bằng clo hay thiết bị điện phân với thùng tiếp xúc). Cặn từ bể lắng và thùng tiếp xúc phải được khử trùng trong thiết bị khử trùng cặn (degelmintizator).

Tổ hợp công trình để xử lý và khử trùng nước thải bệnh viện lao theo cách tập trung phải bao gồm: các công trình làm sạch bằng phương pháp cơ học (các loại bể lắng khác nhau), các công trình làm sạch bằng phương pháp sinh học (các loại biophin, aeroten, kênh oxy hoá... khác nhau) và khử trùng. Cặn từ các bể lắng và bể tiếp xúc cũng phải được khử trùng trong thiết bị khử trùng cặn.

Để xử lý nước thải bệnh viện truyền nhiễm và các khoa truyền nhiễm của bệnh viện sôma, cũng như là của các bệnh viện lao trong trường hợp đặt chúng ở đô thị, khu dân cư có hệ thống thoát nước người ta đề xuất những sơ đồ nguyên tắc sau:

- **Sơ đồ 1:** *Tổ hợp công trình xử lý cục bộ với việc khử trùng bằng nhiệt cả pha lỏng và pha rắn của nước thải bệnh viện (theo N.M.Zaxukhovskiy)*

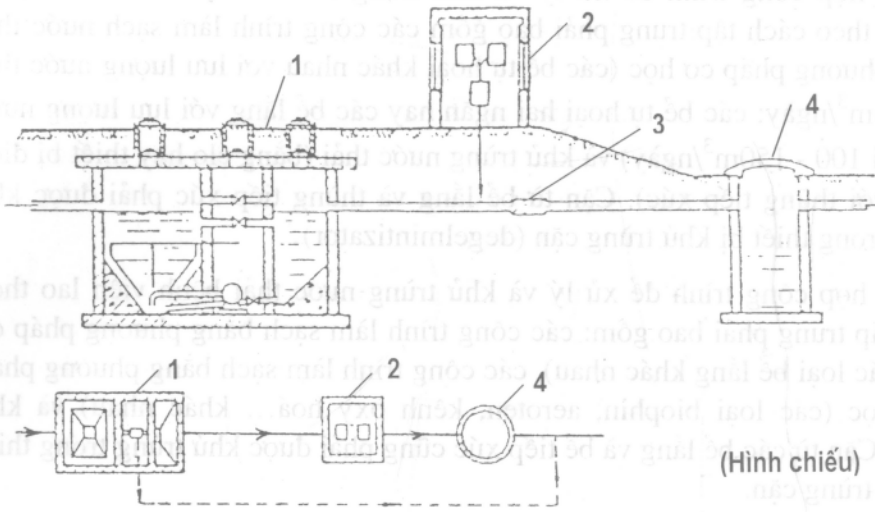
Tổ hợp bao gồm bể tích nước thải, thiết bị đun sôi (thiết bị thanh trùng), nồi hơi, bơm hơi nén để tạo chân không cần thiết cho thiết bị đun sôi.

Sơ đồ khử trùng nước thải này đáp ứng đầy đủ nhất những yêu cầu vệ sinh cơ bản và cho phép diệt được 100% vi khuẩn gây bệnh ở cả pha lỏng và pha rắn. Sơ đồ này nên áp dụng với các bệnh viện và các khoa truyền nhiễm có lưu lượng nước thải đến $100\text{m}^3/\text{ngày}$.

Những thiết bị khác để khử trùng nước thải bệnh viện truyền nhiễm bằng phương pháp nhiệt đề xuất những năm gần đây vẫn giữ được những nguyên lý cơ bản về kỹ thuật và vệ sinh của thiết bị N.M.Zaxukhovskiy.

- **Sơ đồ 2:** *Tổ hợp công trình xử lý cục bộ với bể tự hoại - khử trùng cặn (septic-degelmintizator)*

Tổ hợp này bao gồm: bể tự hoại - khử trùng cặn, thiết bị clo hoá và bể tiếp xúc (hình 3.1).

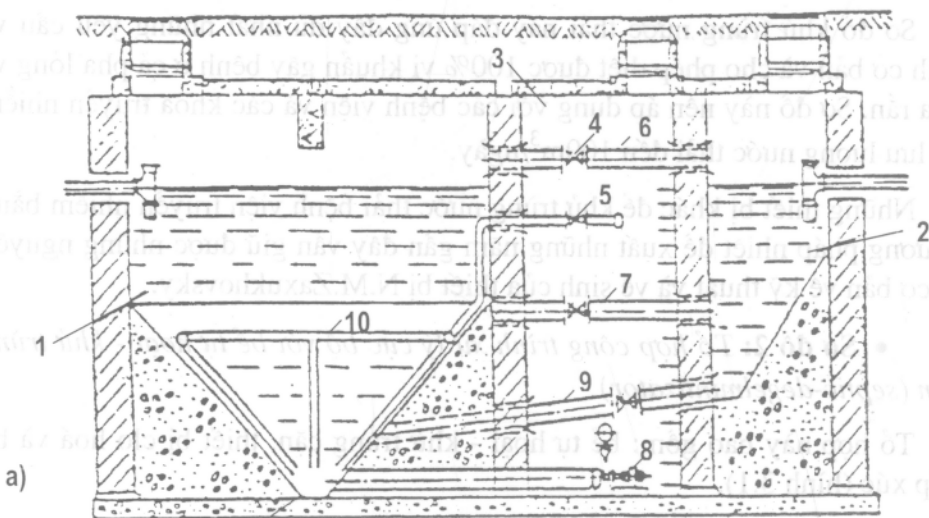


Hình 3.1. Sơ đồ công trình xử lý cục bộ với bể tự hoại - khử trùng cặn

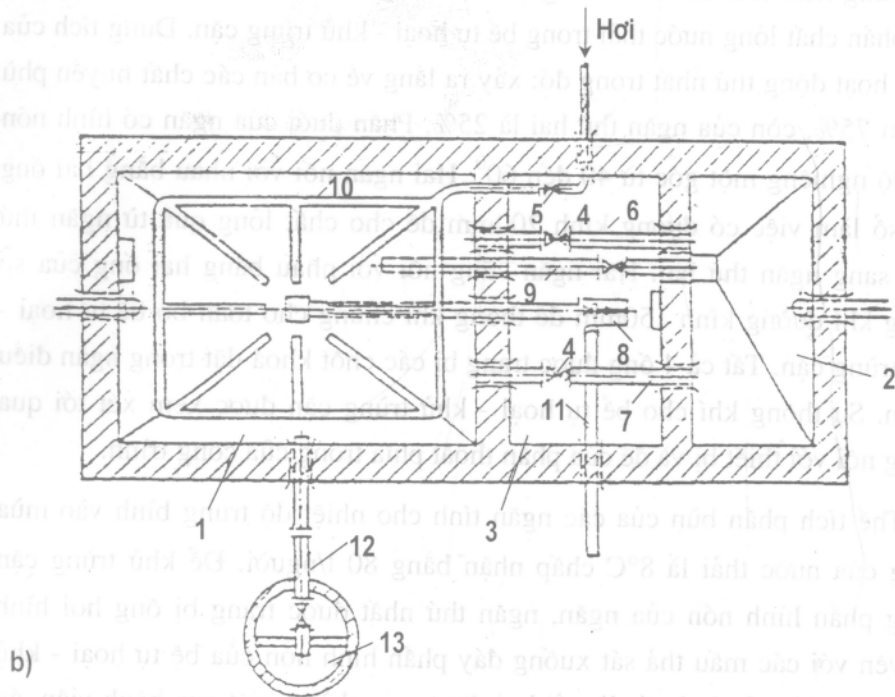
1- bể tự hoại - khử trùng cặn; 2- thiết bị clo hóa; 3- cơ cấu trộn; 4- bể tiếp xúc

Trong sơ đồ này sử dụng kỹ thuật mới là bể tự hoại-khử trùng cặn cho phép làm trong nước thải và khử trùng theo chu kỳ (bằng phương pháp nhiệt) cặn hình thành trong thiết bị. Bể tự hoại - khử trùng cặn do Bộ môn Vệ sinh học công cộng Trường Đại học Y Kiep sáng chế (hình 3.2).

Mô tả hoạt động của bể tự hoại - khử trùng cặn:



Hình 3.2. Bể tự hoại - khử trùng cặn



Hình 3.2. Bể tự hoại - khử trùng cặn (tiếp)

a) Mặt cắt;

b) Hình chiếu

1, 2- các ngăn hoạt động; 3- giếng để điều khiển các chốt, khoá; 4- chốt khoá; 5- van; 6- ống cho khí qua; 7- ống nối để chuyển chất lỏng từ ngăn thứ nhất sang ngăn thứ hai; 8- bơm; 9- ống để chuyển cặn từ ngăn thứ hai về ngăn thứ nhất; 10- ống dẫn hơi nước hình vành khuyên; 11- ống để đẩy cặn đã khử trùng vào hệ thống thoát; 12- ống để đẩy chất lỏng trên phần cặn; 13- giếng ra mạng

Bể tự hoại - khử trùng cặn cấu tạo từ hai ngăn hoạt động và một giếng giữa chúng.

Thể tích của phân hình nón tính cho chu kỳ khử trùng và đẩy cặn ra một lần trong nửa năm. Trước khi khử trùng, phân chất lỏng thừa được đẩy vào giếng ra mạng.

Dung tích hữu ích của các ngăn hoạt động tính cho thời gian lưu 3 ngày của phân chất lỏng nước thải trong bể tự hoại - khử trùng cặn. Dung tích của ngăn hoạt động thứ nhất trong đó: xảy ra lắng về cơ bản các chất huyền phù chiếm 75%, còn của ngăn thứ hai là 25%. Phần dưới của ngăn có hình nón với độ nghiêng một góc từ 40 đến 60⁰. Hai ngăn nối với nhau bằng hai ống cửa sổ làm việc có đường kính 200mm để cho chất lỏng qua từ ngăn thứ nhất sang ngăn thứ hai. Hai ngăn cũng nối với nhau bằng hai ống cửa sổ thông khí đường kính 150mm để thông khí chung cho toàn bộ bể tự hoại - khử trùng cặn. Tất cả 4 ống được trang bị các chốt khoá đặt trong ngăn điều khiển. Sự thông khí cho bể tự hoại - khử trùng cặn được xem xét tới qua mạng nối với thiết bị và đế của phần thoát phía trong của công trình.

Thể tích phân bùn của các ngăn tính cho nhiệt độ trung bình vào mùa đông của nước thải là 8°C chấp nhận bằng 80 l/người. Để khử trùng cặn trong phần hình nón của ngăn, ngăn thứ nhất được trang bị ống hơi hình khuyên với các mấu thả sát xuống đáy phần hình nón của bể tự hoại - khử trùng cặn. Nguồn hơi cấp là nồi hơi đặt trong phòng giặt của bệnh viện, áp suất hơi là 3 at. Van để cấp hơi nằm ở trong nồi hơi và ở ngăn điều khiển.

Việc đẩy cặn đã khử trùng ra sân bùn hay vào hệ thống thoát được thực hiện tự động bằng máy bơm cát.

Tường của bể tự hoại - khử trùng cặn xây bằng gạch tốt, đáy bằng bê tông, nắp bằng bê tông cốt thép. Các mặt trong của bể tự hoại - khử trùng cặn phủ bằng dung dịch xi măng hay bằng sắt, mặt ngoài quét bằng nhựa đường hai lần và cách ly chúng bằng lớp đất sét chiều dày 20 cm. Phía trên mỗi ngăn có nắp, trong các ngăn có quai nắm để đi xuống.

Quá trình làm trong và khử trùng nước thải trong bể tự hoại - khử trùng cặn xảy ra như sau. Nước thải khi đi qua các ngăn được giải phóng khỏi các chất lơ lửng. Các chất lơ lửng rơi xuống thành cặn và phần cơ bản của cặn rơi ở ngăn thứ nhất. Nước thải được làm trong từ bể tự hoại - khử trùng cặn đi vào thiết bị clo hoá và được khử trùng, sau đó vào hệ thống thoát nước.

Để khử trùng cặn đóng các chốt khoá 4 - 6, mở van 8, sau đó hơi vào ngăn 1 và qua các máng 10 khuấy đảo và đốt nóng cặn đến nhiệt độ 70 - 80°C. Sau đó bật máy bơm 7 đưa cặn đã khử trùng theo ống 14 ra ngoài. Tiếp theo mở chốt khoá 6 và cặn chưa khử trùng chuyển từ ngăn thứ hai theo ống 7 sang ngăn thứ nhất để xử lý sinh học. Sau đó chốt khoá 6 đóng lại, mở các chốt khoá 4, 5 và quá trình được lặp lại. Để theo dõi nhiệt độ của cặn khi đốt nóng trong phần bùn của ngăn thứ nhất người ta đặt các sensor đo nhiệt độ.

Dưới đây là một số số liệu về hoạt động của bể tự hoại - khử trùng cặn để xử lý nước thải bệnh viện truyền nhiễm và khử trùng cặn. Cặn thải chứa 100 trứng giun trong 1g.

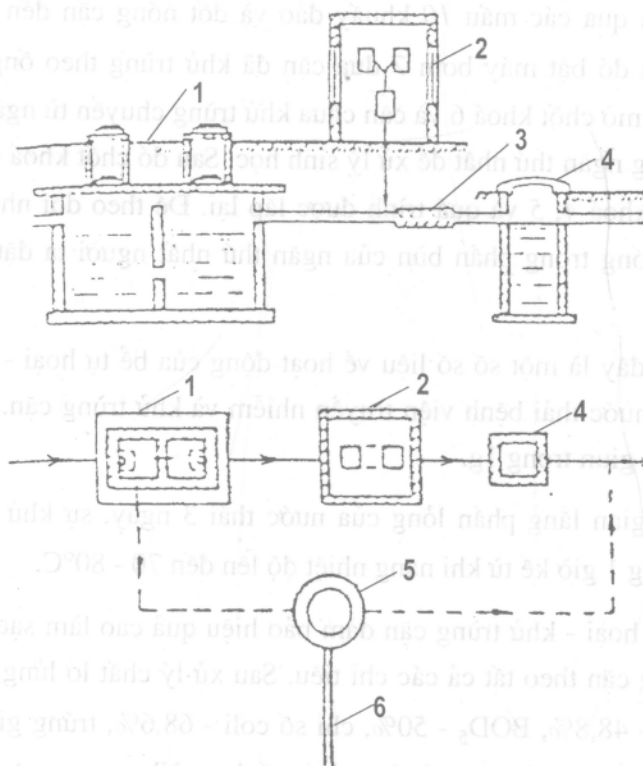
Thời gian lắng phân lỏng của nước thải 3 ngày, sự khử trùng cặn tiến hành trong 1 giờ kể từ khi nâng nhiệt độ lên đến 70 - 80°C.

Bể tự hoại - khử trùng cặn đảm bảo hiệu quả cao làm sạch nước thải và khử trùng cặn theo tất cả các chỉ tiêu. Sau xử lý chất lơ lửng giảm 80%, độ oxy hoá - 48,8%, BOD₅ - 50%, chỉ số coli - 68,6%, trứng giun - 100%. So sánh với bể tự hoại thông thường thấy tốt hơn. Nhưng quan trọng là trong bể tự hoại thông thường cặn không được khử trùng và là mối nguy hiểm về phương diện dịch tễ. Bể tự hoại - khử trùng cặn hoạt động rất tốt. Cặn sau khử trùng có chuẩn coli là 1 (trước khử trùng 10^{-6} - 10^{-7}), trứng giun hoàn toàn không có (trước là 100 trứng/1 g cặn như đã nói ở trên).

Sơ đồ 2 đề xuất cho xử lý nước thải các khoa, bộ môn của bệnh viện truyền nhiễm có lưu lượng nước thải đến 25m³/ngày.

- **Sơ đồ 3:** Tổ hợp công trình xử lý cục bộ với bể tự hoại thông thường

Tổ hợp này bao gồm bể tự hoại, thiết bị clo hoá và bể tiếp xúc (hình 3.3).



Hình 3.3. Sơ đồ công trình xử lý cục bộ với bể tự hoại thông thường

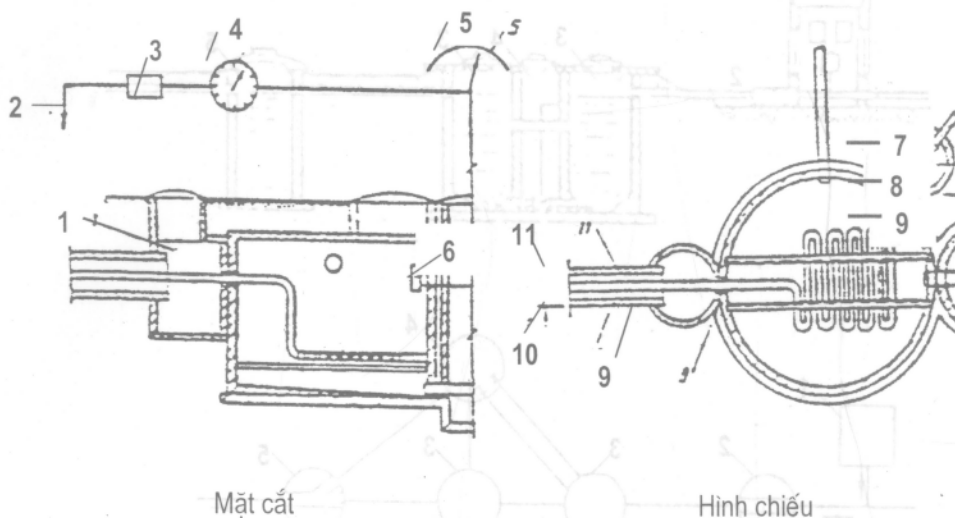
1- bể tự hoại; 2- thiết bị clo hoá; 3- cơ cấu trộn;

4- bể tiếp xúc; 5- thiết bị khử trùng cặn; 6- ống hơi

Theo sơ đồ này nước thải bệnh viện qua tuần tự tất cả các giai đoạn xử lý và khử trùng rồi đi vào hệ thống thoát nước đô thị. Cặn từ bể tự hoại được bơm vào thiết bị khử trùng cặn, trong đó: nó được khử trùng bằng phương pháp nhiệt rồi thải vào hệ thống thoát.

Sơ đồ 3 đề xuất cho các khoa truyền nhiễm của bệnh viện với lưu lượng nước thải đến 25m³/ngày.

Mô tả thiết bị khử trùng cặn



Hình 3.4. Thiết bị khử trùng cặn

1- giếng kiểm tra; 2- đường dẫn đến động cơ điện; 3- role trung gian; 4- role thời gian; 5- máy ghi nhiệt độ; 6- sensor nhiệt độ; 7- ống để thoát phần ngưng vào giếng; 8- van hơi; 9- vòng bít; 10- đệm; 11- lối vào của hơi

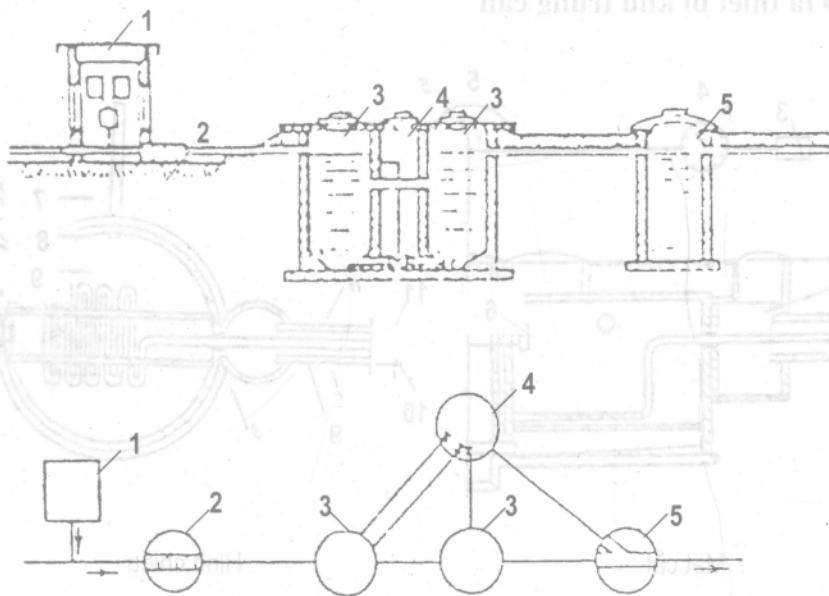
Thiết bị khử trùng cặn là một ngăn bằng bê tông cốt thép, ở đáy có đặt ruột gà. Chất mang nhiệt là hơi nước áp suất 4 at. Nguồn hơi do nồi hơi cấp (nồi hơi chung của bệnh viện).

Cặn nhiễm khuẩn được khử trùng bằng hơi ở nhiệt độ 80°C trong thời gian 45 - 60 phút kể từ khi nhiệt độ trên được xác lập.

Các thông số của thiết bị khử trùng cặn như sau: tổng thể tích $8,5\text{m}^3$; chiều sâu 1,5m; diện tích $5,7\text{m}^2$; đường kính 2,7m. Cặn nhiễm khuẩn đi vào thiết bị và ra khỏi nó tự động hoàn toàn bởi máy bơm. Thiết bị khử trùng cặn thường hoạt động 1 - 2 lần trong năm.

- **Sơ đồ 4:** Tổ hợp công trình xử lý cục bộ với các bể lắng tiếp xúc

Tổ hợp bao gồm: thiết bị clo hoá, cơ cấu trộn, các bể lắng tiếp xúc, giếng trung gian để chuyển cặn (hình 3.5).



Hình 3.5. Sơ đồ công trình xử lý cục bộ với bể lắng tiếp xúc

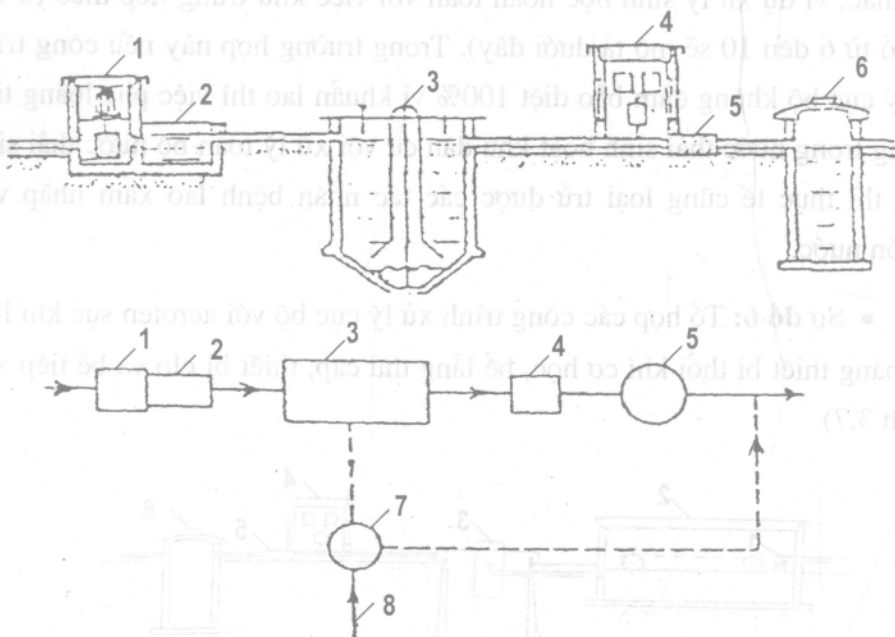
1- thiết bị clo hoá; 2- cơ cấu trộn; 3- các bể lắng tiếp xúc; 4- giếng chuyển cạn; 5- giếng thu

Theo sơ đồ này nước thải sau khi ra khỏi khoa lây của bệnh viện được trộn với clo trong cơ cấu trộn, lần lượt qua dãy bể lắng tiếp xúc trong đó: xảy ra sự tiếp xúc của chất lỏng với clo hoạt tính trong khoảng 45 - 60 phút, sau đó đi vào hệ thống thoát nước công cộng. Cặn từ các bể lắng tiếp xúc sau thời gian đủ dài tiếp xúc với clo, cứ 15 ngày một lần qua giếng trung gian để đưa vào hệ thống thoát chung.

Sơ đồ 4 có thể sử dụng để xử lý nước thải khoa truyền nhiễm của bệnh viện với lưu lượng nước thải đến $15\text{m}^3/\text{ngày}$ trong điều kiện hệ thống thoát nước đô thị, khu dân cư có công trình xử lý nước thải và hoạt động tốt.

- **Sơ đồ 5: Tổ hợp công trình xử lý cục bộ với bể tự hoại hai bậc**

Tổ hợp bao gồm song/lưới chắn, thiết bị thu cát, bể tự hoại hai bậc, thiết bị clo hoá với cơ cấu trộn, và bể tiếp xúc (hình 3.6).



Hình 3.6. Sơ đồ công trình xử lý cục bộ với bể tự hoại hai bậc

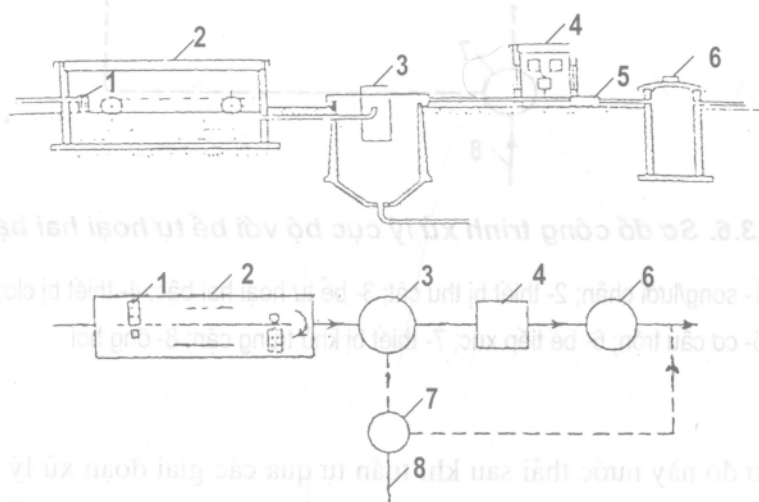
1- song/lưới chắn; 2- thiết bị thu cát; 3- bể tự hoại hai bậc; 4- thiết bị clo;
5- cơ cấu trộn; 6- bể tiếp xúc; 7- thiết bị khử trùng cận; 8- ống hơi

Theo sơ đồ này nước thải sau khi tuần tự qua các giai đoạn xử lý và khử trùng đi vào hệ thống thoát nước đô thị, khu dân cư. Cận từ các bể tự hoại được bơm vào thiết bị khử trùng cận để đi vào hệ thống thoát.

Việc xây dựng tổ hợp công trình xử lý cục bộ theo sơ đồ 5 đề xuất cho bệnh viện chuyên khoa truyền nhiễm với lưu lượng nước thải đến 100 - 150m³/ngày.

Để khử trùng nước thải các bệnh viện lao thì hiệu quả nhất là phương pháp nhiệt. Phương pháp này ưu việt hơn so với phương pháp xử lý sinh học sau mới khử trùng bằng hoá chất. Tổ hợp công trình xử lý cục bộ nước thải các bệnh viện lao như vậy sẽ theo sơ đồ 1. Tuy vậy có thể sử dụng những sơ đồ khác, ví dụ xử lý sinh học hoàn toàn với việc khử trùng tiếp theo (ở các sơ đồ từ 6 đến 10 sẽ mô tả dưới đây). Trong trường hợp này nếu công trình xử lý cục bộ không đảm bảo diệt 100% vi khuẩn lao thì việc pha loãng tiếp chúng trong nước thải sinh hoạt khu dân cư với xử lý toàn bộ nước thải sinh hoạt thì thực tế cũng loại trừ được các tác nhân bệnh lao xâm nhập vào nguồn nước.

- **Sơ đồ 6:** Tổ hợp các công trình xử lý cục bộ với aeroten sục khí liên tục bằng thiết bị thổi khí cơ học, bể lắng thứ cấp, thiết bị clo và bể tiếp xúc (hình 3.7)



Hình 3.7. Sơ đồ công trình xử lý cục bộ với aeroten sục khí liên tục bằng thiết bị thổi khí cơ học

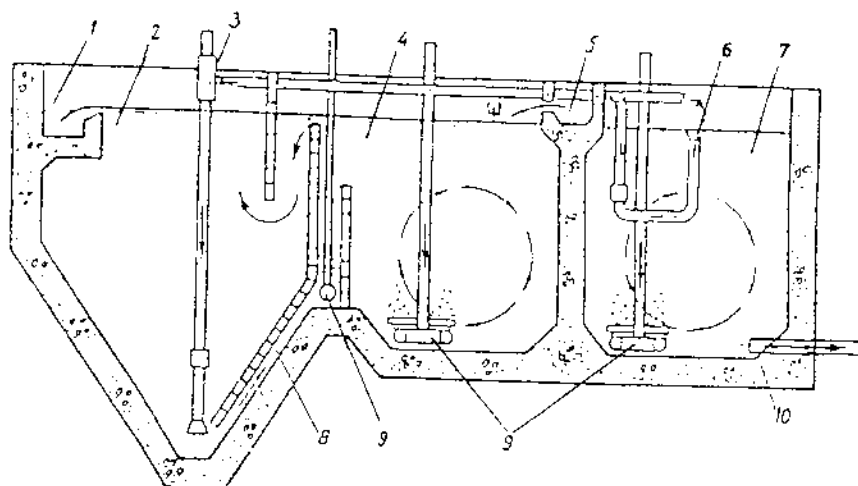
- 1- sông/lưới chắn; 2- aeroten; 3- bể lắng cấp hai; 4- thiết bị clo;
5- cơ cấu trộn; 6- bể tiếp xúc; 7- thiết bị khử trùng cặn; 8- ống hơi

Theo sơ đồ này bùn dư từ bể lắng thứ cấp được đưa vào thiết bị khử trùng cạnh nơi mà bùn được khử rồi đi vào hệ thống thoát.

Sơ đồ 6 khuyến nghị dùng cho các bệnh viện lao với lưu lượng nước thải đến $400\text{m}^3/\text{ngày}$.

• **Sơ đồ 7: Tổ hợp công trình xử lý cục bộ kiểu Rapid Bloc**

Trong sơ đồ này người ta sử dụng thiết bị xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học (aerotan) kiểu Rapid Bloc của Phần Lan (hình 3.8).



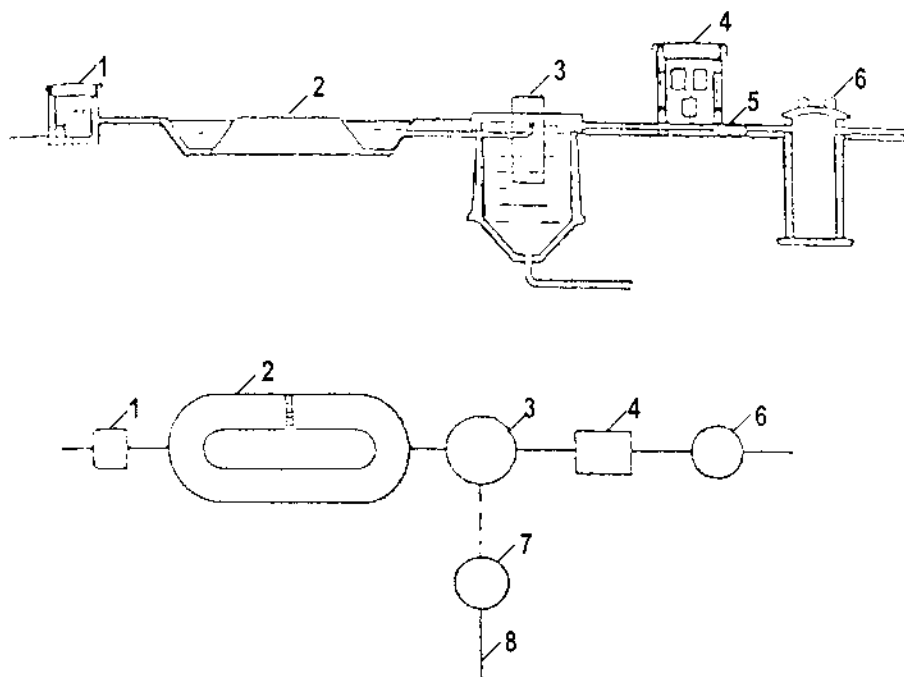
Hình 3.8. Thiết bị xử lý nước thải Rapid Bloc

- 1- nước đã xử lý; 2- bể lắng; 3- bơm bùn dư; 4- aeroten;
5- bộ phận chia nước đầu vào; 6- bơm nước bùn; 7- thùng đựng;
8- hồi lưu bùn hoạt tính; 9- máy thổi khí; 10- đầu ra của bùn

Công suất thiết bị $500 - 800\text{m}^3/\text{ngày}$. Tuy nhiên để sử dụng nó trong hệ thống xử lý và khử trùng nước thải tập trung cần có hàng loạt công trình phụ: song/lưới chắn, thiết bị clo, bộ phận trộn, bể tiếp xúc và thiết bị khử trùng cạnh như đã nêu ở những sơ đồ trước.

- **Sơ đồ 8:** Tổ hợp công trình xử lý cục bộ với kênh oxy hoá tuần hoàn

Tổ hợp bao gồm song/lưới chắn, kênh oxy hoá tuần hoàn (KOT), bể lắng thứ cấp, thiết bị clo hoá với cơ cấu trộn và bể tiếp xúc (hình 3.9).



Hình 3.9. Sơ đồ tổ hợp công trình xử lý cục bộ với kênh oxy hoá tuần hoàn

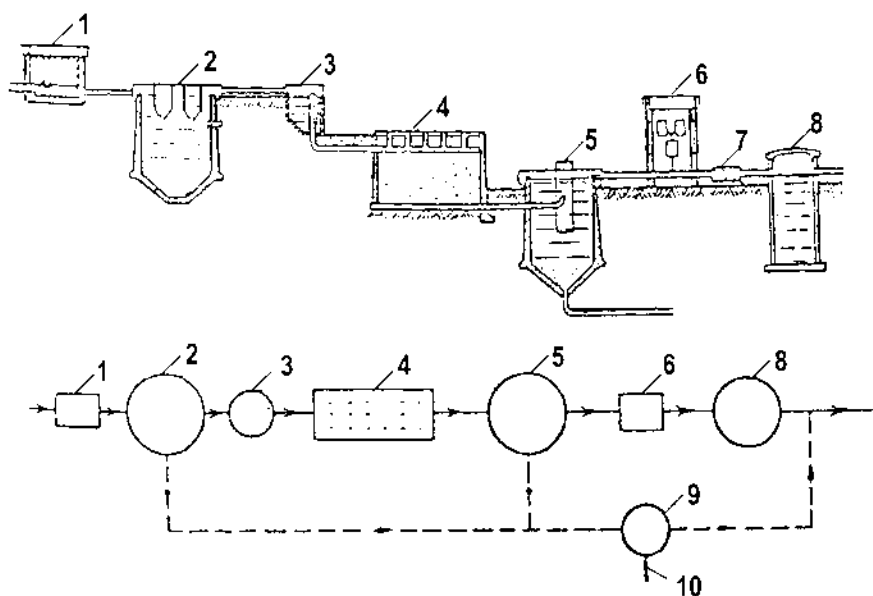
1- song/lưới chắn; 2- KOT; 3- bể lắng thứ cấp; 4- thiết bị clo hoá;
5- cơ cấu trộn; 6- bể tiếp xúc; 7- thiết bị khử trùng cận; 8- ống hơi

Bùn dư từ bể lắng thứ cấp được đưa vào thiết bị khử trùng cận nơi nó được khử trùng rồi đi vào hệ thống thoát.

Việc xây dựng công trình xử lý cục bộ theo sơ đồ 8 để xuất cho các bệnh viện lao với lưu lượng nước thải đến 700 m³/ngày.

- **Sơ đồ 9:** Tổ hợp công trình xử lý cục bộ với bể lắng hai bậc và biophin

Tổ hợp bao gồm: song/lưới chắn, thiết bị thu cát, bể lắng hai bậc, thiết bị định lượng, biophin (các dạng khác nhau để thực hiện xử lý sinh học hoàn toàn), bể lắng thứ cấp, thiết bị clo hoá với cơ cấu trộn và bể tiếp xúc (hình 3.10).



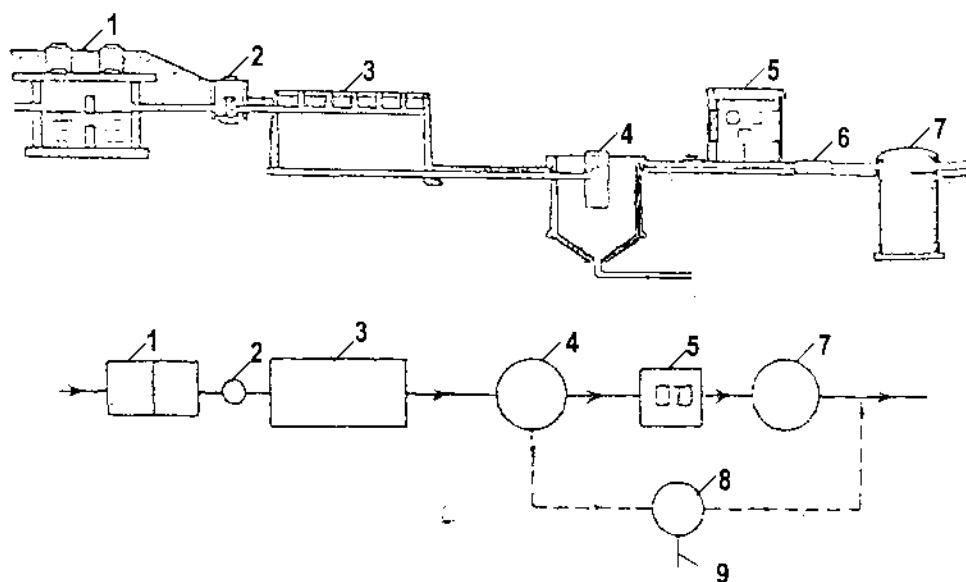
Hình 3.10. Sơ đồ công nghệ xử lý cục bộ với bể lắng hai bậc và biophin

- 1- song/lưới chắn; 2- bể lắng hai bậc; 3- thiết bị định lượng; 4- biophin;
5- bể lắng thứ cấp; 6- thiết bị clo hoá; 7- cơ cấu trộn; 8- bể tiếp xúc;
9- thiết bị khử trùng cặn; 10- ống hơi

Việc xây dựng tổ hợp công trình xử lý cục bộ theo sơ đồ 9 đề xuất cho các bệnh viện lao với liều lượng nước thải đến $500 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- **Sơ đồ 10:** Tổ hợp công trình xử lý cục bộ với bể tự hoại và biophin

Tổ hợp bao gồm bể tự hoại, thiết bị định lượng, biophin nhỏ giọt, bể lắng thứ cấp; thiết bị clo hoá với cơ cấu trộn và bể tiếp xúc (hình 3.11).



Hình 3.11. Sơ đồ công trình xử lý cục bộ với bể tự hoại và biophin

1- bể tự hoại; 2- thiết bị định lượng; 3- biophin; 4- bể lắng thứ cấp; 5- thiết bị clo hoá;
6- cơ cấu trộn; 7- bể tiếp xúc; 8- thiết bị khử trùng cặn; 9- ống hơi

Trong các sơ đồ 9 và 10 cặn từ bể lắng được đưa vào thiết bị khử trùng cặn để được khử bằng phương pháp nhiệt rồi đi vào hệ thống thoát.

Việc xây dựng tổ hợp công trình xử lý cục bộ theo sơ đồ 10 đề xuất cho các bệnh viện lao với lưu lượng nước thải đến $50\text{m}^3/\text{ngày}$.

3.3. CÁC SƠ ĐỒ XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN Ở KHU DÂN CƯ KHÔNG CÓ HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC

Ở khu dân cư không có hệ thống thoát nước người ta thường chọn các phương pháp xử lý nước thải bằng đất. Nếu đất ở đó có khả năng lọc tốt và

khu đất đủ rộng thì sử dụng cánh đồng lọc hoặc cánh đồng tưới trên đất bề mặt hoặc lọc ở độ sâu.

Những tổ hợp công trình xử lý cục bộ kiểu này gồm: song/lưới chắn, bể lắng hai bậc, thiết bị định lượng: giếng phân bố hay hào phân bố và các cánh đồng lọc hay cánh đồng tưới, cần từ bể lắng đưa lên sân bùn vận chuyển đi nơi khác.

Đối với các khoa hoặc bệnh viện truyền nhiễm thì bắt buộc phải khử trùng cặn bằng phương pháp nhiệt trong thiết bị khử trùng cặn. Ngoài ra còn phải tuân thủ các điều kiện sau: chiều cao của lớp lọc phải không nhỏ hơn 3 m so với mức thoát đáy, tải trọng nước thải không được quá 15 - 20 l/ngày trên 1 m² mạng tưới. Ngoài ra còn một số căn cứ khác (bảng 3.2).

Bảng 3.2. Những căn cứ để chọn công trình xử lý tại chỗ với lọc nước thải qua đất (công suất 15 - 25m³/ngày)

Hệ thống công trình	Đất	Bố trí mức của nước trong đất	Địa hình
Bãi lọc qua đất	Cát, á sét, đất đen với á sét	Không nhỏ hơn 1 m dưới rãnh thoát của ống tưới	Bằng phẳng, có thể hơi dốc
Lọc qua cát sỏi	Cát pha nặng, sét nặng, sét, đá vôi phẳng, đất lẫn đá	Không nhỏ hơn 1 m dưới các ống thoát của công trình thoát nước	Độ nghiêng lớn
Hào lọc với lớp đất nhân tạo	Cát pha nặng, sét nặng, sét, đá vôi phẳng, đất lẫn đá	Không nhỏ hơn 1 m dưới các ống thoát của công trình thoát nước	Độ nghiêng đáng kể

3.4. KIỂM TRA Ở PHÒNG THÍ NGHIỆM HIỆU QUẢ XỬ LÝ VÀ KHỬ TRÙNG NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Việc kiểm tra hiệu quả hoạt động của các công trình xử lý cục bộ về làm sạch và khử trùng nước thải bệnh viện phải được tiến hành trong phòng thí nghiệm của các trạm vệ sinh dịch tễ ít nhất một lần trong tháng. Ngoài ra, hiệu quả khử trùng nước thải phải được chính phòng thí nghiệm của bệnh viện kiểm tra. Các phòng thí nghiệm của bệnh viện hàng giờ phải xác định lượng clo dư có trong nước thải đã xử lý và khử trùng, cũng như là hàng ngày phải theo dõi dòng thải ra trong đó: quan tâm tới sự có mặt của các vi sinh vật chỉ thị vệ sinh (chỉ số coli, số vi khuẩn) và một lần trong tuần xác định các vi khuẩn gây bệnh.

Trong việc kiểm tra ở phòng thí nghiệm người ta xem xét nước thải bệnh viện ở đầu vào công trình xử lý, ở giai đoạn cuối của quá trình xử lý và sau khi khử trùng. Với mục đích kiểm tra hiệu quả làm việc của các khâu riêng biệt của công trình xử lý cục bộ cần phải tiến hành những khảo sát kiểm tra nước thải trên các giai đoạn trung gian.

Khi đánh giá hiệu quả xử lý nước thải trên các công trình xử lý khác nhau và trên các giai đoạn xử lý khác nhau cần sử dụng các chỉ tiêu nêu trong bảng 3.3.

Bảng 3.3. Hiệu quả làm sạch nước thải trên các công trình và giai đoạn xử lý khác nhau (%)

Công trình	Sự giảm lượng chất lơ lửng	Sự giảm BOD ₅	Sự giảm độ oxy hoá	Sự có mặt của oxy hoà tan	Sự giảm lượng trứng giun	Sự giảm lượng vi khuẩn
Lưới, thiết bị thu cát	5 - 10	5 - 10	-	-	-	5 - 15
Bể tự hoại (sau 2,5-3 ngày để lắng)	80 - 90	50 - 60	35 - 40	-	80 - 100	65 - 70
Bể lắng hai bậc	65 - 70	30	35	-	70 - 90	25 - 50
Bể lắng (ngang, đứng)	50 - 70	25 - 30	35	-	70 - 90	25 - 50
Bể lắng với keo tụ sinh học	75	50	35	-	70 - 90	40
Bể lắng với sục khí sơ bộ	65	35	35	-	70 - 90	30
Biophin	85 - 90	80 - 85	70 - 75	Hơn 2	80 - 90	85 - 90
Aeroten	90 - 95	85 - 90	75 - 80	2 - 4	70 - 90	90 - 95
KOT, thiết bị oxy hoá radian và các công trình oxy hoá hoàn toàn	95 - 98	90 - 95	80 - 90	3 - 6	90 - 95	95 - 98
Cánh đồng tưới và lọc	95 - 98	95 - 99	80 - 90	-	100	98 - 99
Cánh đồng lọc ngầm	Hơn 95	Hơn 98	Hơn 95	-	100	Hơn 99

Trong trường hợp bể lắng hoạt động tốt lượng chất lơ lửng còn lại trong nước thải không được vượt quá 15mg/l. BOD₅ phải là 10 - 20 mg/l, còn oxy hoà tan không nhỏ hơn 2mg/l.

Sau các công trình xử lý bằng phương pháp sinh học để oxy hoá hoàn toàn nước thải (kênh oxy hoá tuần hoàn, thiết bị oxy hoá ly tâm, thiết bị compac) các chỉ tiêu BOD₂₀ trong nước thải đã xử lý phải là 3 - 6 mg/l, oxy hoà tan lớn hơn 4 mg/l. Sau giai đoạn cuối xử lý và khử trùng nước thải chuẩn coli phải không nhỏ hơn 1,0.

Trong trường hợp khử trùng nước thải đã xử lý của các bệnh viện sôma cũng như là các bệnh viện sôma có khoa truyền nhiễm thì lượng clo dư sau 30 - 60 phút tiếp xúc của dòng nước thải đã xử lý với clo phải không nhỏ hơn 3 - 5 mg/l.

Cặn thải của các bệnh viện và khoa truyền nhiễm cũng như là của các bệnh viện lao sau khử trùng bằng phương pháp nhiệt trong thiết bị khử trùng cặn không được chứa các trứng giun có khả năng sống và các vi khuẩn gây bệnh. Chuẩn coli của nó phải là 1,0 - 10,0 g.

Tất cả các yêu cầu trên phải được theo dõi và ghi vào nhật ký của phòng thí nghiệm và trạm xử lý nước thải bệnh viện. Những người phụ trách có trách nhiệm kiểm tra, đôn đốc thực hiện đúng các quy định.

Chương IV

MỘT SỐ THIẾT BỊ HIỆN ĐẠI ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

4.1. CÁC THIẾT BỊ HIỆN ĐẠI XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Hiện nay những công trình xử lý đảm bảo oxy hoá hoàn toàn nước thải và những cấu trúc mới của biophin được ứng dụng rộng rãi. Đó là KOT (kênh oxy hoá tuần hoàn), thiết bị oxy hoá ly tâm (TBOLT) hay các khối oxy hoá, các aeroten với thiết bị sục khí kiểu cánh quạt, thiết bị compắc TBC-12, TBC-200, TCB-400, các aeroten-lắng BIO-25, BIO-50, BIO-100 và những thiết bị khác.

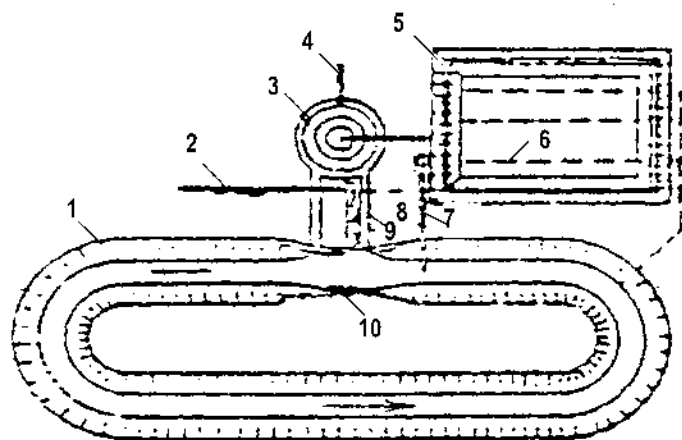
Cơ sở làm sạch nước thải trong quá trình “oxy hoá tổng cộng” là sục khí lâu không có lắng sơ cấp ở những tải trọng thấp của các chất hữu cơ tính trên bùn hoạt tính. Trong quá trình oxy hoá tổng cộng đầu tiên xảy ra oxy hoá các chất bẩn trong hỗn hợp nước thải với bùn hoạt tính, sau đó là tách riêng các chất đã oxy hoá và nước được làm sạch.

Do khoảng thời gian sục khí trong các hệ oxy hoá tổng cộng lớn hơn thời gian cần thiết để oxy hoá các chất hữu cơ có trong nước thải nên ngoài việc tạo nên sinh khối bùn hoạt tính còn xảy ra quá trình tự oxy hoá bùn hoạt tính dẫn đến làm giảm khối lượng của nó. Quá trình này gọi là “hô hấp nội bào”.

Việc oxy hoá hoàn toàn sinh khối bùn hoạt tính phụ thuộc vào lượng chất dinh dưỡng và thời gian xảy ra quá trình. Trong các hệ oxy hoá tổng cộng cần giữ cho tỉ số các chất dinh dưỡng trên số vi khuẩn thấp tức là tải trọng thấp theo BOD tính trên bùn hoạt tính để đạt được hiệu ứng tự oxy hoá sinh khối bùn hoạt tính. Điều này cho phép loại trừ sản phẩm bùn dư.

Kênh oxy hoá tuần hoàn (hình 4.1) là một đường hào cấu trúc kín với tiết diện hình thang và được trang bị những máy sục khí cơ học quay quanh trục ngang. KOT được thiết kế theo sơ đồ liên tục với các bể lắng thẳng

đúng. Hệ thống xử lý bao gồm cả: sàng, bể lắng thứ cấp, trạm bơm để bơm bùn hồi lưu và thiết bị clo hoá.



Hình 4.1. Sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải với kênh oxy hoá tuần hoàn

- 1- KOT; 2- mạng thoát; 3- bể lắng thứ cấp; 4- đầu ra khử trùng hay hồ nước;
5- sân bùn; 6- mạng tiêu nước; 7- ống dẫn bùn ra sân bùn; 8- ống dẫn hỗn hợp bùn;
9- ống dẫn bùn hồi lưu 10- máy thông khí cơ học

Hỗn hợp bùn hoạt tính với phân chất lỏng nước thải đã làm sạch từ KOT liên tục đi vào bể lắng thứ cấp. Nước trong từ bể lắng thứ cấp cũng liên tục đi vào bể tiếp xúc để khử trùng hay xả vào hồ nước. Bùn hoạt tính theo chu kỳ hồi lưu vào kênh để giữ nồng độ cho trước, còn một phần ra sân bùn để phơi khô.

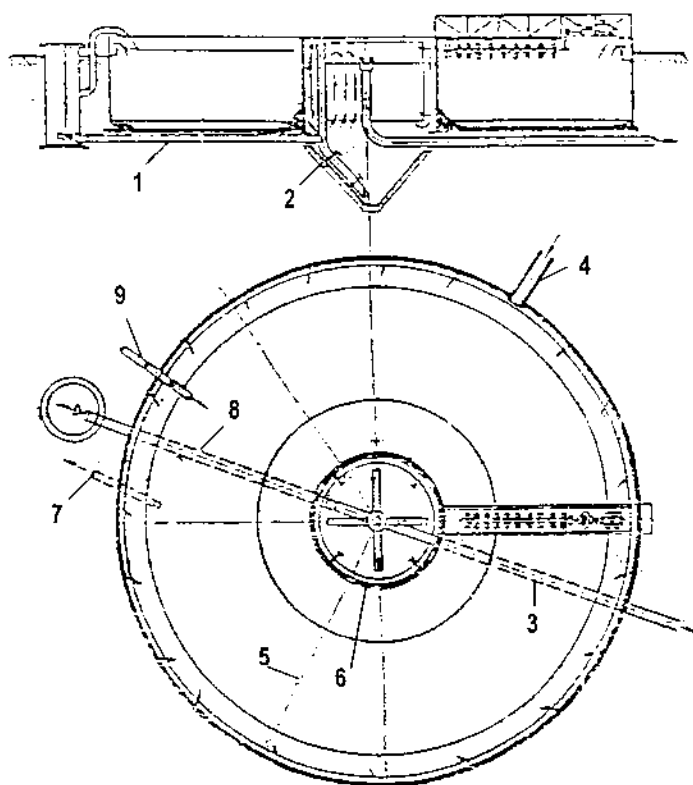
Các thông số làm việc của KOT như sau: tải trọng 0,08-0,10 g BOD₅/g bùn trong 1 ngày tính theo chất khô, thời gian lưu của nước thải trong KOT 2-3 ngày, nồng độ bùn hoạt tính 3-4g/l, độ tro của bùn đến 30-32%.

Trong KOT sử dụng các máy thông khí cơ học có chiều dài cơ cấu làm việc từ 2-3m. Số lượng máy thông khí được xác định từ phép tính 400m³ dung tích của KOT cho 1m (đối với nước thải sinh hoạt). Cơ cấu làm việc của máy thông khí ngấp sâu vào chất lỏng 8-10cm, tốc độ quay của máy thông khí 120-150 vòng/phút.

Kênh oxy hoá tuần hoàn được sử dụng để xử lý nước thải với lưu lượng trong dải rộng từ 25 đến 700m³/ngày.

Cơ sở công nghệ của thiết bị oxy hoá ly tâm cũng là quá trình oxy hoá tổng cộng xảy ra trong trường hợp trộn nhanh và hoàn toàn các chất bẩn đi vào thiết bị với bùn hoạt tính đặc trong điều kiện tải trọng thấp tính trên bùn hoạt tính.

TBOLT cấu tạo từ các vùng sục khí và vùng lắng ngăn cách nhau và đồng tâm trong thiết bị (hình 4.2).



Hình 4.2. Thiết bị oxy hoá ly tâm (TBOLT)

- 1- vùng oxy hoá tuần hoàn; 2- bể lắng; 3- ống dẫn nước đã xử lý;
- 4- ống dẫn nước bẩn; 5- máy thông khí cơ học; 6- ổ khe;
- 7- ống dẫn tháo cho cạn; 8- đầu ra của bùn; 9- ống dẫn bùn hồi lưu

Trong vùng sục khí người ta đặt các máy thông khí cơ học, vùng lắng có các ống dẫn bùn theo hướng bán kính, có các máng và bát thu để thoát nước trong đã xử lý. Còn có máng hình khuyên để cấp hỗn hợp bùn sang bể lắng. Nước thải phân bố đi vào vùng sục khí nơi nó được pha loãng trong lượng bùn chuẩn bị trước. Sau đó nước thải đã pha loãng được sục khí rất mạnh nhờ các máy thông khí cơ học. Từ vùng sục khí hỗn hợp bùn đã được sục khí đi vào vùng lắng nơi xảy ra sự phân chia nước đã xử lý và bùn. Sự tăng bùn ở mức độ thường có ở các aeroten thực tế không xảy ra ở đây bởi vì trong điều kiện tải trọng thấp các chất hữu cơ chỉ oxy hoá đến CO_2 và H_2O , tích lũy các chất khoáng và theo chu kỳ thải ra sản phẩm để sấy và làm phân. Bùn hồi lưu từ bể lắng thường xuyên được bơm bằng bơm tuần hoàn vào vùng sục khí.

Vùng lắng là một bể lắng đứng với lối vào ở vỏ và thu nước trong ở tâm. Thời gian lưu của chất lỏng trong vùng lắng 1,5-2,0 h tùy thuộc vào nồng độ của bùn.

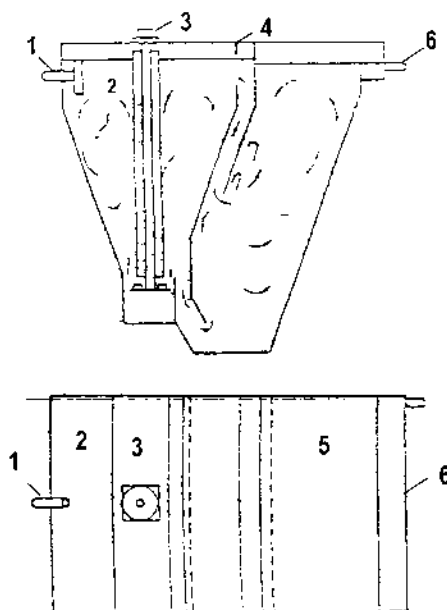
Ở vùng sục khí của TBOLT theo đường tròn ở phía ngoài vỏ có đặt chiếc máng mà từ đó chất lỏng thải được đổ vào hỗn hợp bùn nằm trong vùng sục khí ở trạng thái chuyển động theo hình lò xo. Dạng lò xo của dòng tuần hoàn có được là do hoạt động của máy thông khí và bởi dạng đường cong của vùng sục khí. Nó đảm bảo cho việc trộn nhanh và hoàn toàn chất lỏng nước thải theo toàn bộ khối hỗn hợp bùn. Nhờ máy thông khí chất lỏng trong khi chuyển động kéo theo không khí, đảm bảo sự sục khí cần thiết cho môi trường.

Các máy thông khí cơ học có động cơ với trục quay theo chiều ngang là một tổ hợp cấu tạo từ động cơ, ống trục mà trên đó đặt các máng hướng bán kính từ các góc vào và hệ thống truyền động. Đường kính rôto theo đường tròn của các điểm cuối máng 0,5m. Tốc độ quay của rôto 150-180 vòng/phút.

Những thông số làm việc của TBOLT như sau: thời gian lưu nước thải trong TBOLT 1-2 ngày, tải trọng trên bùn hoạt tính theo chất khô đến 0,2kg

BOD₅ trên 1kg bùn một ngày, nồng độ bùn hoạt tính theo chất khô 4-5 g/l, độ tro của bùn khoảng 30%.

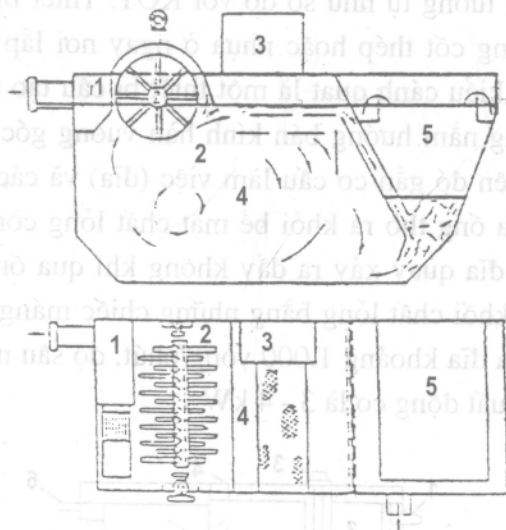
Thiết bị compắc (TBC) với máy thông khí cánh quạt (hình 4.3) làm việc ở chế độ sục khí lâu (oxy hoá tổng cộng) tương tự như kênh oxy hoá tuần hoàn. Tổ hợp thiết bị tương tự như sơ đồ với KOT. Thiết bị compắc có thể được chế tạo từ bê tông cốt thép hoặc nhựa ở ngay nơi lắp đặt hoặc ở nhà máy. Máy thông khí kiểu cánh quạt là một thiết bị cấu tạo từ một đĩa quay với những chiếc máng nằm hướng bán kính hàn vuông góc với bề mặt của đĩa, một trục đứng trên đó gắn cơ cấu làm việc (đĩa) và các ống phía trong có trục. Đầu cuối của ống thò ra khỏi bề mặt chất lỏng còn cạnh dưới đến tận chỗ đặt đĩa. Khi đĩa quay xảy ra đẩy không khí qua ống và không khí được phân tán trong khối chất lỏng bằng những chiếc máng của cơ cấu làm việc. Tốc độ quay của đĩa khoảng 1.000 vòng/phút, độ sâu nhúng trong chất lỏng 1 - 1,4m, công suất động cơ là 3 - 4 kW.



Hình 4.3. Thiết bị compắc với máy thông khí cánh quạt

- 1- ống vào; 2- vùng sục khí; 3- máy thông khí cánh quạt;
4- cửa sổ vận chuyển chất lỏng; 5- vùng lắng; 6- máng thu nước; 7- ống ra

Thiết bị compact để xử lý nước thải bằng phương pháp oxy hoá hoàn toàn kiểu TBC-12 là một bể kim loại được chia thành các vùng sục khí và vùng lắng bởi hệ thống vách ngăn (hình 4.4).



Hình 4.4. Thiết bị compact để xử lý nước thải kiểu TBC-12

1- máng thu cát; 2- máy thông khí; 3- động cơ và bộ truyền động; 4- vùng sục khí; 5- vùng lắng

Ở đầu vào thiết bị có máng thu cát và sàng với lỗ 16 mm. Sự sục khí nước thải được thực hiện bởi máy thông khí cơ học nối với động cơ. Nước thải theo đường ống nối có đường kính 150 mm đi vào máng thu cát và qua lưới chắn giữ lại những vật bẩn kích thước lớn. Từ máng, nước thải đi vào vùng sục khí, ở đó nước thải được xử lý nhờ bùn hoạt tính. Để giữ hoạt động sống và phát triển của bùn hoạt tính, không khí được cấp liên tục bởi những máy thông khí cơ học. Qua khe, nước thải cùng với bùn hoạt tính đi vào vùng lắng, nơi xảy ra quá trình tách bùn hoạt tính. Phần bùn hoạt tính lắng xuống được hồi lưu về vùng sục khí và lại tham gia vào quá trình xử lý.

Nước thải được làm sạch thoát ra khỏi thiết bị qua ống dẫn và sau khi đã khử trùng có thể xả vào hồ nước.

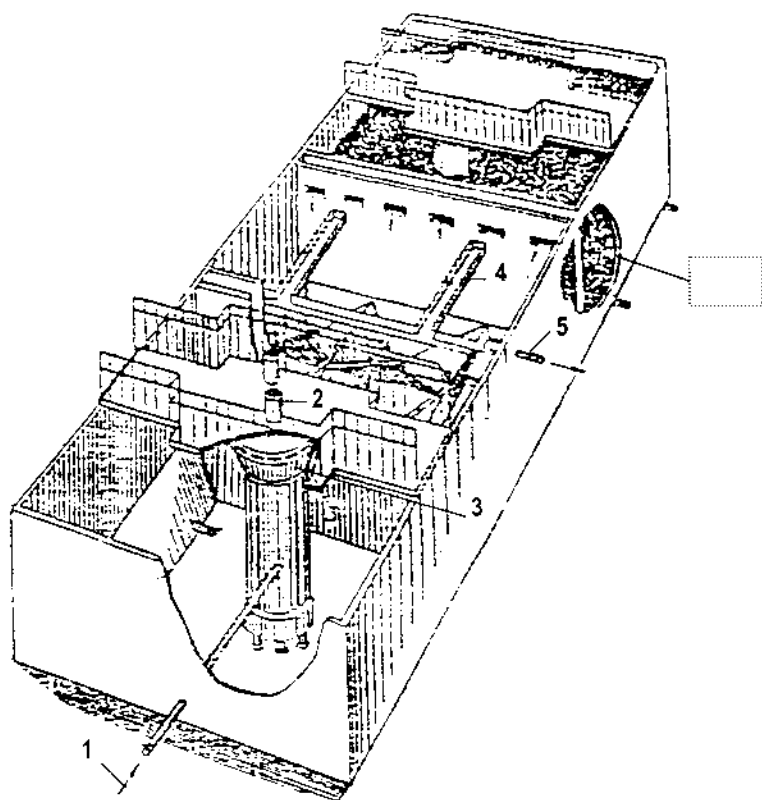
Yêu cầu bảo dưỡng thiết bị hàng ngày, làm sạch song/ lưới chắn, kiểm tra hoạt động của các máy thông khí và vệ sinh toàn bộ thiết bị định kỳ (1 lần trong 3 tháng).

Thiết bị được lắp đặt tùy thuộc vào phương pháp cấp chất lỏng trên mặt đất hay dưới mặt đất để nước thải tự chảy vào thiết bị. Thiết bị có thể được đặt gần sát hệ thống thoát nước.

Đặc tính kỹ thuật của thiết bị TBC-12 như sau:

Công suất, m ³ /ngày	12
Chất lượng nước thải đầu vào:	
theo BOD ₅ , mg/l	270
theo chất lơ lửng, mg/l	320
Chất lượng nước thải đầu ra:	
theo BOD ₅ , mg/l	20
theo chất lơ lửng, mg/l	30
Thời gian sục khí, h	24
Thời gian lắng theo công suất lớn nhất, h	1,5
Kích thước, m	2,0 x 4,6 x 2,3
- Trọng lượng, tấn	2,0

Thiết bị compắc để làm sạch nước thải với việc xử lý hiếu khí cận kiểu TBC-200, TBC-400 và TBC-700 là các công trình thông khí với việc xử lý bùn hoạt tính dư (hình 4.5 và bảng 4.1).



Hình 4.5. Sơ đồ thiết bị compắc để xử lý nước thải kiểu TBC-200, 400 và 700

I- Vùng sục khí; II- Vùng lắng; III- Vùng lên men;

1- đầu vào nước thải; 2- ống để tháo hết bùn đã lên men; 3- máy thổi khí cơ học;

4- màng thu; 5- ống dẫn nước thải để xử lý; 6- ống dẫn bùn

Thiết bị compắc để xử lý nước thải kiểu TBC-200, TBC-400 và TBC-700 là những bể làm từ kim loại và được chia thành ba vùng: vùng sục khí, vùng lắng và vùng lên men.

Nước thải đi qua song/ lưới chắn rồi vào vùng sục khí nơi mà nhờ máy thổi khí cơ học kiểu đĩa hay nhờ khí nén do máy nén tạo nên thực hiện quá trình xử lý sinh học hoàn toàn. Sau sục khí chất lỏng và hỗn hợp với bùn hoạt tính đi vào vùng lắng, ở đó bùn lắng xuống. Bùn lắng ở trong vùng này

được bơm trở lại một phần bằng máy thổi khí cơ học về vùng sục khí để sử dụng lại (bùn hồi lưu), còn phần khác vào vùng lên men (bùn dư). Nước thải đã xử lý nhờ các máng thu đưa ra khỏi thiết bị.

Quá trình lên men hiếu khí bùn hoạt tính dư xảy ra trong vòng vài ngày. Cặn đã lên men định kỳ được đưa ra sân bùn để sấy. Nước thải đã xử lý sau khi qua công đoạn khử trùng thì xả vào hồ nước.

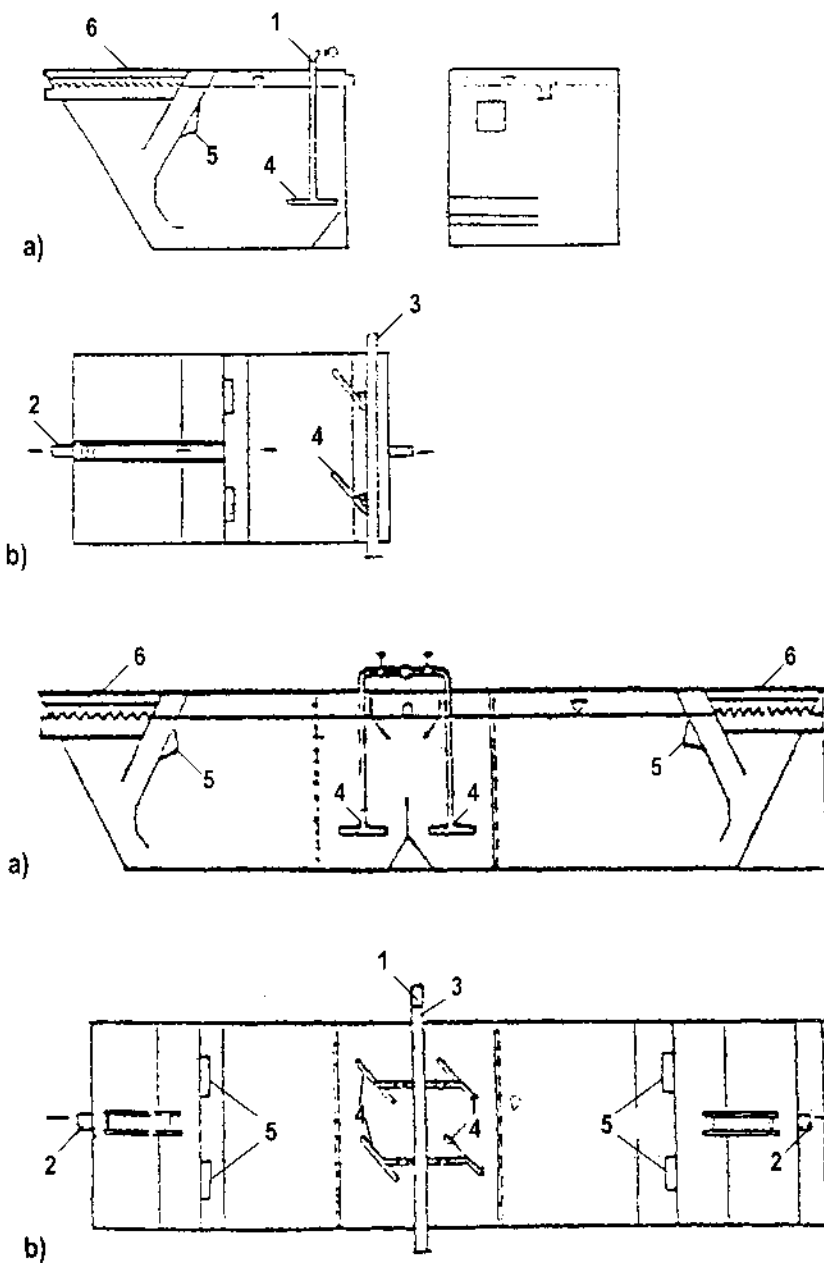
Tuỳ thuộc vào năng suất cần thiết của trạm xử lý có thể đầu đồng thời 3-4 thiết bị xử lý song song. Trạm phải có sân bùn, bể tiếp xúc và thiết bị clo hoá.

Bảng 4.1. Đặc tính kỹ thuật của các kiểu thiết bị compắc

Chỉ tiêu	Đơn vị đo	TBC-200	TBC-400	TBC-700
Công suất	m ³ /ngày	200	400	700
Số đơn nguyên	cái	1	2	3
Vùng sử dụng	m ³ /ngày	125 - 250	251 - 475	476 - 875
Lưu lượng cực đại	m ³ /h	20	40	60
Chất lượng nước thải đầu vào	mg/l	270	270	270
theo: BOD ₅				
Chất lượng nước đầu ra theo BOD ₅ và chất lơ lửng	mg/l	15	15	15
Thời gian sục khí	h	4,5	4,5	4,5
Lượng bùn hoạt tính dư tính theo chất khô	kg/ngày	80	160	280
Thời gian lên men	ngày	6,7	6,7	5,8
Trọng lượng	tấn	23	46	69

Thiết bị compắc để xử lý triệt để nước thải bằng phương pháp sinh học là loại aeroten - lắng với chu trình sục khí lâu. Thời gian sục khí nước thải và bùn hoạt tính ở đây trung bình là 24 h, qua thời gian này ngoài việc oxy hoá các chất hữu cơ có trong nước thải còn xảy ra quá trình khoáng hoá hoàn toàn bùn hoạt tính và lượng bùn dư sinh ra giảm bùn đến thể tích không đáng kể. Bùn đã khoáng hoá không có mùi và không đòi hỏi phải xử lý tiếp theo. Việc đẩy bùn dư ra khỏi vùng sục khí của thiết bị chỉ cần tiến hành 2 - 3 lần trong một năm.

Có ba môđun aeroten-lắng: BIO-25, BIO-50 và BIO-100. Sơ đồ các thiết bị và các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của chúng ở hình 4.6 và bảng 4.2. Trường hợp cần xử lý 200 m³/ngày thì đầu song song hai thiết bị BIO-100.



Hình 4.6. Sơ đồ thiết bị xử lý triệt để nước thải bằng phương pháp sinh học BIO-25 và BIO-100

a- BIO-25; b- BIO-100

- 1- ống đầu vào; 2- ống đầu ra; 3- đầu vào không khí nén;
 4- máy thổi khí gồm các ống đục lỗ; 5- lỗ điều khiển; 6- chuyển tải bánh răng

Bảng 4.2. Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của thiết bị BIO

Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Công suất công trình xử lý, m ³ /ngày			
		25	50	100	200
Tải thủy lực trung bình	m ³ /ngày	25	50	100	200
Khả năng oxy hoá trong bùn	kg BOD ₅ /ngày	8	16	32	64
Tải trọng	g BOD ₅ /m ³ aeroten	320	320	320	320
Trọng lượng		5,3	9,25	11,9	23,8
Công suất điện thiết kế	T	7,3	9,7	17,6	22,7
Công suất thực tế cực đại	kW	4,5	5,7	11,6	17,0
	kW				

Aeroten - lắng kiểu BIO cấu tạo từ các phần bằng kim loại bền vững có thể lắp ráp ngay trên công trường. Thiết bị được nối với các thiết bị khác của công trình xử lý nước thải: nhà đặt máy thổi khí và thiết bị clo hoá, nếu công suất lớn hơn 100 m³/ngày còn có cả sàng kết hợp nghiêng vụn, ngoài ra còn bể tiếp xúc, sân bùn...

Thiết bị BIO đảm bảo hiệu quả cao xử lý nước thải mà đầu tư không lớn. Nhờ không có quá trình lắng sơ cấp, nhờ khoáng hoá hoàn toàn bùn hoạt tính và tự động hoá mà quá trình vận hành được đơn giản đi tương ứng là các chi phí giảm tới mức tối thiểu. Thiết bị chế tạo kiểu môđun, hợp khối như vậy không đòi hỏi trong quá trình lắp đặt phải có chuyên gia xây dựng trình độ cao.

Như vậy, chúng ta đã xem xét những điểm chính của ba loại thiết bị xử lý nước thải hiện đại là KOT, TBOLT và aeroten - lắng. Dưới đây chúng ta sẽ đề cập tới hiệu quả xử lý và khử trùng nước thải bệnh viện khi sử dụng những thiết bị này.

4.2. SỬ DỤNG CÁC THIẾT BỊ HIỆN ĐẠI TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Những nghiên cứu cho thấy khả năng xử lý nước thải bệnh viện rất hiệu quả của các thiết bị KOT, TBOLT và aeroten - lắng.

Trước hết là KOT (kênh oxy hoá tuần hoàn). Hoạt động của KOT bao gồm hai giai đoạn. Giai đoạn đầu KOT hoạt động ở chế độ khép kín không có nước thải cấp thêm vào trong thời gian 3 ngày là thời gian lưu lớn nhất của nước thải sinh hoạt trong KOT. Sang giai đoạn hai chế độ làm việc của KOT liên tục trong vòng 3 đến 4 tuần và cứ 2 lần trong ngày máy thổi khí cơ học lại được tắt, nước thải trong đổ ra khỏi KOT còn nước thải chưa xử lý lại được cấp vào KOT. Những thông số công nghệ cơ bản chế độ làm việc của mô hình kênh trong nghiên cứu hoàn toàn tương tự những chỉ tiêu hoạt động của KOT trong điều kiện sản xuất.

Khảo sát được tiến hành riêng biệt cho cả phần chất lỏng nước thải sau lắng và bùn hoạt tính. Ở một số thí nghiệm khác lại nghiên cứu hỗn hợp bùn hoạt tính với chất lỏng phần trên cặn. Đồng thời với những xác định cơ bản người ta thường xuyên tiến hành các phân tích hoá học và vi khuẩn theo quy định vệ sinh chung của cả nước thải đầu vào và nước thải đã xử lý.

Các chỉ tiêu của nước thải đầu vào KOT như sau: BOD₅: 100-156 mg/l, nitơ theo các muối amoni 14,9-28 mg/l, không có nitrat và nitrit, số vi khuẩn 2.940.000 - 4.200.000, chuẩn coli 10^{-5} - 10^{-6} . Kết quả phân tích hoá học và vi khuẩn nước đã xử lý trong KOT ở chế độ làm việc đầu tiên được nêu trong bảng 4.3.

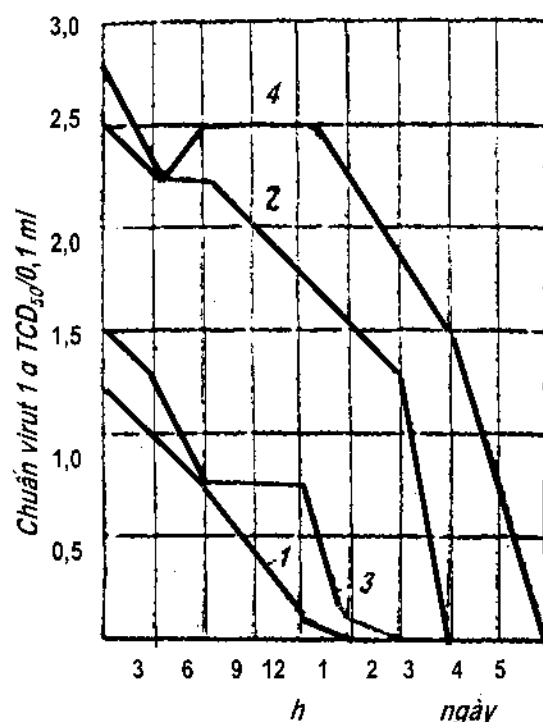
Bảng 4.3. Kết quả phân tích hoá học và vi khuẩn trong quá trình xử lý nước thải ở KOT (giá trị trung bình) (mg/l)

Thời gian sục khí, ngày	BOD ₅	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Số vi khuẩn, ngàn	Chuẩn coli
1	20,1	18,0	0,88	2,5	5.200	10 ⁻⁷
2	8,0	15,4	4,4	4,8	22	10 ⁻³
3	4,4	5,8	7,7	12,4	14	10 ⁻¹

Những chỉ tiêu trung bình hoạt động của KOT ở chế độ liên tục khi xử lý nước thải trong vòng 2 ngày và lượng bùn 3 - 4 g/l theo chất khô nhận được như sau: BOD₅ của nước thải đã xử lý 4,2 - 10 mg/l, nồng độ oxy hoà tan 4 - 8,4 mg/l. Trong khi nghiên cứu quan sát được quá trình nitrat hoá rất mạnh. Nitơ dạng nitrit ở những mẫu riêng biệt chứa tới 15 mg/l; chuẩn coli của nước thải đã xử lý bằng 0,01-0,001, số vi khuẩn 24.000 - 170.000. Những số liệu trên cho thấy ở giai đoạn đầu tiên và giai đoạn thứ hai đến ngày thứ hai trong KOT đã đạt được mức độ xử lý cao theo các chỉ tiêu hoá học (giảm BOD được 95 - 97%) cũng như là theo các chỉ tiêu vi khuẩn (giảm được 99 - 99,9%). Xin lưu ý rằng sang ngày thứ ba tăng chuẩn coli 10.000 lần so với ban đầu, còn giá trị tuyệt đối của nó bằng 0,1 ml. Trong khi đó nếu kênh làm việc ở chế độ liên tục trực khuẩn coli chứa trong nước đã xử lý ở lượng lớn (chuẩn coli bằng 0,01 - 0,001).

Từ hình 4.7 ta thấy trong KOT xảy ra việc giải phóng nhanh nước thải khỏi virus coxaki B-5 và ECHO-19. Ở lượng ban đầu virus coxaki B-5 trong chuẩn 1,24 l g TCD₅₀ trong 0,1 ml nước thải, sau 6 h sục khí virus này nằm

trong chuẩn 0,75 l g TCD₅₀ trong 0,1ml, còn việc giải phóng hoàn toàn nước thải khỏi virus ECHO-19 sau 6 h sục khí giảm từ 1,5 l g TCD₅₀ xuống 0,75 l g TCD₅₀ trong 0,1 ml. Thời gian giới hạn còn phát hiện thấy nó trong nước thải là 2 ngày.



Hình 4.7. Xử lý nước thải và bùn khỏi virus trong KOT.

- virus Coxaki B-5 trong phần lỏng nước thải
- virus Coxaki B-5 trong bùn hoạt tính
- virus ECHO-19 trong phần lỏng nước thải
- virus ECHO-19 trong bùn hoạt tính

Trong thí nghiệm cũng thiết lập được rằng thời hạn phát hiện virus coxaki B-5 và ECHO-19 trong bùn hoạt tính của KOT dài hơn và tương ứng là 3 và 5 ngày. Vai trò quyết định trong quá trình giải phóng nước thải khỏi virus thuộc về khả năng hấp phụ lớn của bùn hoạt tính. Sự tự làm sạch khỏi virus tiếp theo của bùn hoạt tính có thể xảy ra dưới ảnh hưởng của những yếu tố lý, hoá và sinh học khác nhau có trong quá trình xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính.

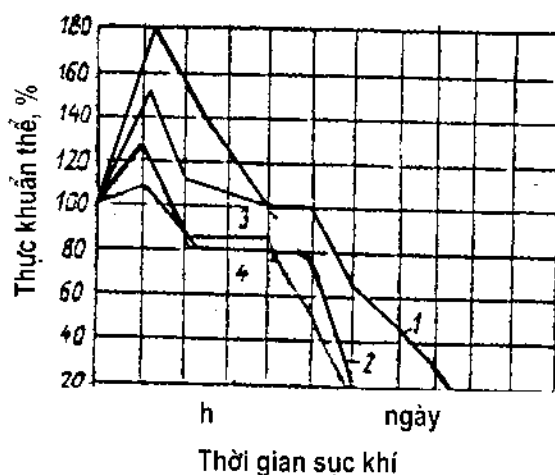
Nghiên cứu thời gian và động học giải phóng nước thải và bùn hoạt tính khỏi virus đường ruột trên mô hình được tiến hành trong bốn thí nghiệm. Những kết quả đưa vào bảng 4.4. Ta thấy việc giảm hàm lượng thực khuẩn thể trong phần lỏng nước thải xảy ra ngay từ những ngày đầu tiên sục khí. Trong khoảng 3 - 12 h từ thời điểm bắt đầu sục khí trong phần lỏng nước thải đã phát hiện 3200 - 4865 đơn vị thực khuẩn thể trong 1ml tức bằng 30 - 50% lượng ban đầu (6.000 - 7.000). Trong khi đó lượng thực khuẩn thể ở đối chứng vẫn là mức cũ; sau 24h sục khí trong phần lỏng nước thải phía trên cặn thì nồng độ của nó giảm đi 91-92%. Tuy vậy việc giải phóng hoàn toàn nước thải khỏi thực khuẩn thể chỉ kết thúc ở ngày thứ 20.

Bảng 4.4. Động học giải phóng phần lỏng nước thải khỏi thực khuẩn thể đường ruột 163 trong KOT

Chu kỳ thời gian từ lúc bắt đầu thí nghiệm	Nồng độ ban đầu thực khuẩn thể ở phần lỏng nước thải, đơn vị/lít			
	6.000 - 7.000	5.000	600 - 700	40 - 50
3 h	2.100/5.730	260/2.580	60/470	0,02/0-64
6 h	1.865/7.600	160/6.400	10/140	0-1/0-10
12 h	3.200/2.800	110/3.090	0/30	0/0-10
24 h	540	160/6.900	0/30	0
3 ngày	50/9.130	6/302	0/25	0
7 ngày	55/1.825	28/131	-	-
10 ngày	5/145	12/28	-	-
16 ngày	10/47	3/9	-	-
20 ngày	0	0/9	-	-

Việc giảm nồng độ ban đầu của thực khuẩn thể 10 - 100 lần cho phép giải phóng hoàn toàn nó trong vòng 12 h hoạt động của KOT. Như vậy, trong các nghiên cứu, hiệu quả làm sạch nước thải khỏi virus chọn làm đối tượng nghiên cứu tỷ lệ thuận với nồng độ ban đầu của nó. Quan hệ tương tự có lẽ là dấu hiệu chung được phát hiện ở những phương pháp xử lý nước thải khác nhau mà người ta quan sát được khi nghiên cứu những công trình xử lý nước thải quy mô nhỏ.

Nghiên cứu bùn hoạt tính về sự cố mật của thực khuẩn thể cho thấy thời hạn dài hơn vẫn tìm thấy chúng (hình 4.8). Trong tất cả 4 thí nghiệm đều xác định được sự tăng đáng kể nồng độ thực khuẩn thể trong bùn hoạt tính sau 3 h sục khí so với nồng độ ban đầu.



Hình 4.8. Động học chết của thực khuẩn thể 163 trong bùn hoạt tính ở các nồng độ ban đầu (số đơn vị/ml)

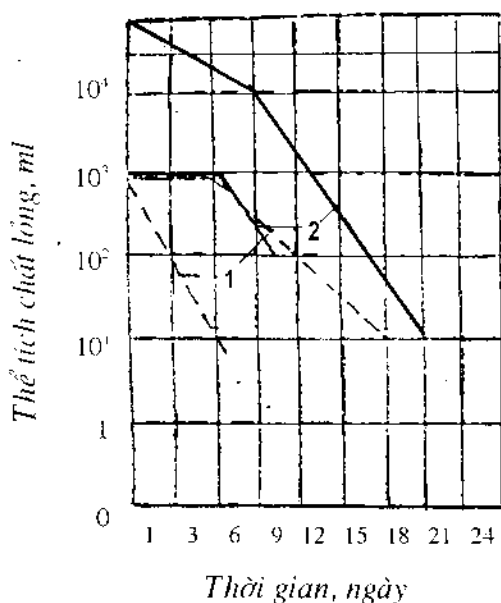
1- 5.120; 2- 1.170; 3- 234; 4- 170

Những kết quả như vậy có lẽ phụ thuộc vào sự gia tăng quá trình hấp phụ thực khuẩn thể trên các bông của bùn hoạt tính. Sự tăng này trùng với thời điểm giải phóng lớn nhất phần lỏng nước thải khỏi virus nghiên cứu.

Tuy vậy sự chết tiếp theo của thực khuẩn thể đưa vào trong hệ trao đổi ion sinh học (bùn hoạt tính) lại xảy ra chậm.

Sự chết của thực khuẩn thể trong bùn hoạt tính được nhận thấy sau 25 ngày ở nồng độ ban đầu 5.000 đơn vị trong 1 ml, sau 17 ngày ở 1.000 và sau 15 ngày ở vài trăm đơn vị trong 1 ml.

Số liệu về việc phát hiện trực khuẩn gây bệnh (hình 4.9) trong hỗn hợp nước thải và bùn hoạt tính cho thấy thời hạn tách các chủng gây bệnh đường ruột phụ thuộc vào nồng độ ban đầu của chúng và môi trường tiến hành cấy chúng vào.



Hình 4.9. Sự phát hiện vi khuẩn gây bệnh đường ruột 0-111 trong hệ nước thải và bùn hoạt tính

1- lây nhiễm ban đầu 1 triệu đơn vị/1 ml;

2- lây nhiễm ban đầu 100 triệu đơn vị/1 ml;

— lây nhiễm môi trường Andreeva;

- - - lây nhiễm môi trường aga TTX

Khoảng thời gian dài trong trường hợp môi trường Andreeva là 18 ngày ở nồng độ gây nhiễm ban đầu 100 triệu trong 1 lít và 7 ngày ở 1 triệu trong 1 lít. Đối với môi trường aga TTX ít hơn chỉ là 15 ngày và 3 ngày tương ứng. Khi khảo sát hỗn hợp bùn từ KOT về vi khuẩn gây bệnh đường ruột ngay lập tức cũng phát hiện được những chủng tiêu biểu. Sau đó cùng với những chủng tiêu biểu là những chủng khác với những tính chất thay đổi: chuẩn độ trong môi trường huyết thanh, các tính chất sinh hóa (lên men đường, tạo thành indol...).

Như vậy, sự phân tích các tư liệu nghiên cứu cho thấy hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt trên mô hình KOT trong điều kiện mô phỏng theo các chỉ tiêu hoá học đạt được ở ngày thứ hai trong chế độ hoạt động khép kín với thời gian lưu nước thải trong đó: là 2 ngày. Việc tăng chuẩn coli đến 0,1 đặc trưng cho nước thải xử lý tốt, quan sát được chỉ sang ngày thứ ba sục khí. Trong khi đó ở chế độ làm việc KOT có giá trị chuẩn coli thấp hơn (0,01 - 0,001).

Những kết quả quan sát về sự giải phóng phần lỏng nước thải và bùn hoạt tính khử virus và vi khuẩn cho phép thiết lập được thời hạn dài hơn giữ chúng trong bùn hoạt tính. Như vậy những vi khuẩn gây bệnh bị hấp phụ và tập trung trong bùn hoạt tính có thể là nguồn phát tán vào môi trường. Bởi vậy cần phải kiểm tra về phương diện vệ sinh không chỉ nước thải mà cả bùn hoạt tính.

Bất kỳ những vi phạm nào đối với hoạt động của KOT và bể lắng thứ cấp do tăng tải trọng thủy lực hay tải trọng các chất hữu cơ trên bùn đều tất yếu dẫn đến mang bùn theo nước thải và như vậy thì khả năng vi khuẩn gây bệnh xâm nhập vào hồ nước hoặc cánh đồng tưới là hoàn toàn có thể. Để ngăn ngừa sự nguy hiểm này cần phải khử trùng nước thải đã xử lý, xử lý và sử dụng bùn hoạt tính dư hình thành trong KOT.

Những nghiên cứu tiến hành đối với thiết bị oxy hoá ly tâm (TBOLT) cũng chỉ ra hiệu quả cao để xử lý nước thải sinh hoạt. Với mục đích chứng minh khả năng sử dụng TBOLT để làm sạch nước thải các khoa và bệnh viện truyền nhiễm người ta đã nghiên cứu trên mô hình TBOLT trong phòng thí nghiệm. Đối tượng thử nghiệm là các vi khuẩn chỉ thị vệ sinh và các chủng trực khuẩn gây bệnh loại 0-111 dễ xâm nhập vào trẻ em.

Mẫu nước thải để nghiên cứu lấy ngay sau 3, 6, 9 h và 1, 2 ngày trước khi có kết quả âm về sự có mặt của vi khuẩn.

Nghiên cứu cho thấy trong phần lỏng nước thải ở chế độ làm việc khép kín của TBOLT sau 3 ngày sục khí quan sát được sự giảm đáng kể chất bẩn theo BOD₅ từ 125,0 xuống 10,0 mg/l; xuất hiện nitrat. Cũng nhận thấy rằng hiệu quả làm sạch tốt theo các chỉ tiêu vi khuẩn. Số vi khuẩn giảm đi 79,6%, chuẩn coli tăng 1.000 lần. Tuy nhiên các trực khuẩn gây bệnh 0-111 trong nước thải TBOLT trong trường hợp này phát hiện được trong vòng 9 ngày.

Kết quả nhận được khẳng định rằng vi khuẩn gây bệnh nằm rất lâu trong nước thải TBOLT chịu một loạt biến đổi của tính chất sinh học. Điều này cần lưu ý trong kiểm tra ở phòng thí nghiệm về hoạt động của thiết bị.

Vì thậm chí sau 9 ngày sục khí xử lý nước thải trong thiết bị vẫn còn một lượng đáng kể vi khuẩn nên ở điều kiện thực tế xử lý nước thải bằng TBOLT cần phải sử dụng các phương pháp khử trùng tin cậy nước thải đã xử lý để loại trừ khả năng các tác nhân bệnh truyền nhiễm vào môi trường.

4.3. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN CÁC THIẾT BỊ CHÍNH CỦA CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

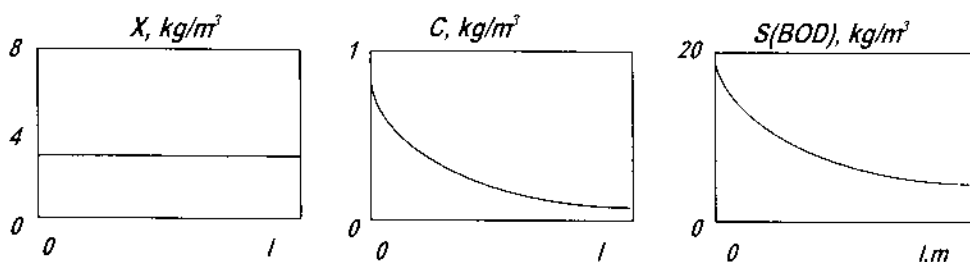
Công trình xử lý nước thải bao gồm những thiết bị chính là aeroten, bể lắng, các thiết bị khác như bể điều hoà, bể trộn, bể tạo bông. Dưới đây ta sẽ tiến hành phân tích xem các thiết bị chính được chế tạo như thế nào để đạt hiệu quả xử lý cao và đề cập tới phương pháp tính toán các thiết bị đó.

4.3.1. Aeroten

Tốc độ khử chất bẩn khi xử lý nước thải trong aeroten cũng như tốc độ của bất kỳ quá trình công nghệ hoá học nào đều phụ thuộc vào một loạt yếu tố: các quy luật động học và thủy động lực, khuếch tán phân tử và khuếch tán rối, khả năng tạo các hợp thể... được mô tả kỹ trong tài liệu. Đáng tiếc là cho đến nay thực tế vẫn còn thiếu những khảo sát sâu sắc về đánh giá ảnh hưởng của những yếu tố đó đến hiệu quả của quá trình khử các chất bẩn hữu cơ. Do vậy hiện có rất nhiều phương pháp tính aeroten và người ta thiết kế chế tạo ra những aeroten các kiểu khác nhau và chưa có kiểu nào chiếm ưu thế tuyệt đối.

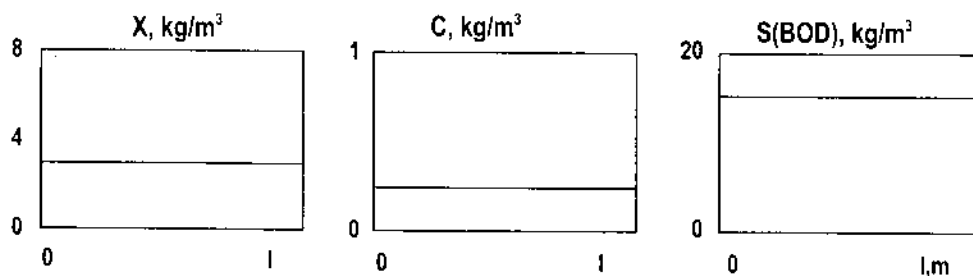
Aeroten với tư cách là một trong những kiểu thiết bị phản ứng hoá sinh, hiện nay được chia ra làm ba loại tùy thuộc vào sự tổ chức khuấy trộn và sục khí: aeroten - đẩy, aeroten - trộn và aeroten trung gian giữa hai loại đó.

Trong aeroten - đẩy hay trong tài liệu Liên bang Nga còn gọi là aeroten kiểu hành lang, việc xử lý nước thải xảy ra trong quá trình chuyển động của dòng từ điểm đầu vào đến điểm đầu ra (tổng chiều dài l). Ở các đoạn đầu tiên (hình 4.10) quan sát được sự quá tải bùn hoạt tính bởi các chất dinh dưỡng và sự thiếu hụt oxy. Sau đó với việc sục khí đều, bùn hoạt tính nhận được lượng oxy dư trong trường hợp thiếu chất dinh dưỡng nên những điều kiện bình thường về hoạt tính chỉ đảm bảo được trong một khoảng thời gian lưu nào đó của nước thải cần xử lý trong aeroten. Nói cách khác, quá trình công nghệ trong aeroten kiểu hành lang không cho phép sử dụng hết dung tích làm việc của thiết bị. Hơn nữa khi có nước thải với nồng độ chất bẩn cao được cấp vào thiết bị thì xảy ra sự chết của vi khuẩn ở những giai đoạn đầu tiên do quá tải. Mặc dù có những nhược điểm như vậy nhưng nhiều nhà nghiên cứu vẫn đánh giá cao những aeroten cấu tạo như vậy so với aeroten - trộn bởi vì chúng có năng suất cao và sử dụng oxy hợp lý hơn.



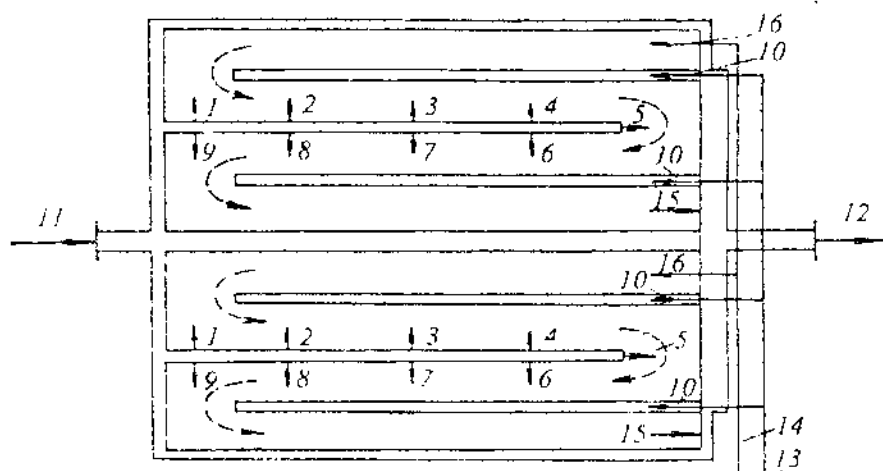
Hình 4.10. Phân bố nồng độ bùn hoạt tính (X), oxy (C) và cơ chất (S tức BOD) theo chiều dài (l) của aeroten - đẩy

Aeroten - trộn không còn nhược điểm của aeroten - đẩy, ví dụ vi khuẩn bị chết do tăng nồng độ chất bẩn đột ngột. Điều này đạt được nhờ nước thải cấp vào aeroten - trộn cũng như là bùn hoạt tính được phân tán đều nhờ khuấy trộn mạnh nên đã pha loãng nước thải đi vào bằng nước thải đã xử lý có trong thiết bị. Nồng độ chất bẩn đầu vào có thể đạt tới 2.000 - 3.000 mg/l hoặc hơn nữa theo BOD_{H_2O} . Phản ứng oxy hoá trong aeroten - trộn xảy ra hầu như trong điều kiện đồng thể (giả đồng thể). Ngoài ra, đảm bảo được sự không đổi của nồng độ oxy hoà tan trong toàn bộ dung tích thiết bị (hình 4.11). Trong số những ưu điểm cơ bản của aeroten - trộn phải kể đến độ tin cậy trong khai thác sử dụng và sự đơn giản về cấu tạo. Còn nhược điểm là khả năng có một lượng nước thải chảy qua mà không tham gia phản ứng dẫn đến BOD đầu ra có phần cao hơn của aeroten - đẩy.



Hình 4.11. Phân bố nồng độ bùn hoạt tính (X), oxy (C) và cơ chất (S) theo chiều dài aeroten - trộn

Một trong những dạng aeroten mới được nghiên cứu đưa vào sử dụng có thể dùng cho các trạm xử lý có công suất lớn cũng như nhỏ là aeroten trên hình 4.12.



Hình 4.12. Sơ đồ nguyên tắc của aeroten có bốn hàng lang

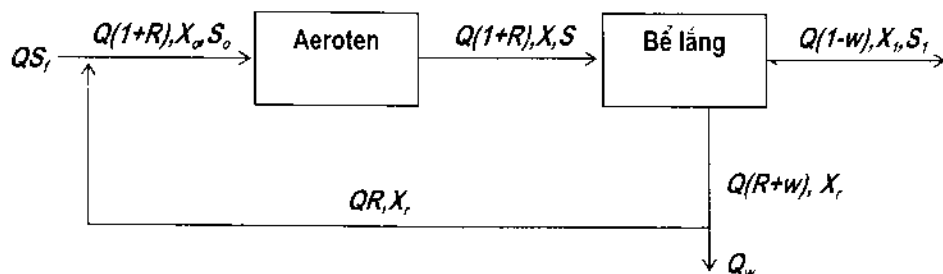
(1÷9)- các điểm cấp nước thải; 10- rãnh cấp khí; 11- cấp nước thải từ bể lắng sơ cấp; 12- đầu ra nước thải sang bể lắng thứ cấp; 13- cấp không khí; 14- cấp bùn hoạt tính; 15- đầu ra của bùn; 16- đầu vào của bùn hoạt tính

Theo sơ đồ này có thể sử dụng từ 25 đến 75% dung tích thiết bị. Hoạt động của aeroten có thể thực hiện theo bậc do nước thải được cấp bằng các đầu vào 1-9 có thể đóng hoặc mở tùy theo nồng độ ban đầu của nước thải.

Những kết quả tốt trong việc xử lý nước thải cũng đạt được khi chia aeroten - đẩy thông thường ra làm 3 - 5 phần mắc nối tiếp nhau trong đó: mỗi phần là một thiết bị trộn. Đó là aeroten với cấu trúc thủy lực thay đổi được xác lập tùy thuộc vào điều kiện vận hành cụ thể. Loại aeroten này khác với aeroten - đẩy và aeroten - trộn là nước thải được cấp vào vùng sục khí tập trung hoặc phân tán, còn cấp bùn hồi lưu luôn là phân tán, bùn đưa xuống bể lắng thứ cấp lại là tập trung.

Hiện nay có rất nhiều dạng aeroten với những ưu nhược điểm nhất định. Không một cấu trúc nào được coi là vạn năng. Việc chọn sơ đồ tổ chức dòng chủ yếu do người thiết kế theo kiến thức và kinh nghiệm của mình.

Aeroten - trộn được sử dụng ở những nồng độ chất bẩn cao và tính không đều lớn của dòng nước thải đầu vào còn ở những trường hợp còn lại sử dụng aeroten - đẩy và aeroten trung gian.



Hình 4.13. Cấu trúc dòng trong hệ aeroten - bể lắng

V.Vavilin và V.Vaxilep đề xuất phương pháp tính thể tích nhỏ nhất của hệ aeroten - bể lắng (hình 4.13) có tính tới tuổi của bùn hoạt tính hồi lưu (θ) được xác định theo nồng độ bùn hồi lưu X :

$$\theta = \frac{T_a X_a + T_o X_c}{Y(S_o - S_e)} \quad (4.1)$$

trong đó: T_a, T_o - thời gian sục khí trong aeroten và thời gian lắng trong bể lắng;

X_a, X_c - nồng độ bùn ở đầu ra aeroten và đầu ra bể lắng;

Y - hệ số chuyển hoá chất bẩn thành sinh khối;

S_o, S_e - nồng độ chất bẩn ở đầu vào và đầu ra của hệ aeroten - bể lắng.

Phương trình (4.1) được biến đổi về dạng:

$$[v_{\infty}(\theta)]^{3/2} \left[\theta - \frac{K_s + S_l}{\mu_m S + M(\theta)} \right] = \frac{0,1\sqrt{Q}}{\sqrt{\pi}(1+R)} \left[\frac{(R+\omega)X_u}{\alpha X_c} \right] \frac{X_a}{Y(S_o - S_e)} \quad (4.2)$$

trong đó: K_s - nồng độ chất bẩn theo mô hình Monod khi tốc độ phản ứng bằng 1/2 tốc độ cực đại μ_m ;

v_o - tốc độ lắng ban đầu dưới tác động của trọng lực ở $X = X_c$ (từ 1 đến 10m/h);

α - hằng số (≈ 2);

X_l, X_r - nồng độ bùn ở đầu ra bể lắng và bùn hồi lưu;

R - hệ số tuần hoàn;

Q - lưu lượng nước thải cấp cho hệ; ω - hệ số dòng với bùn hoạt tính dư.

$$\omega = \frac{(1+R)Y(S_o - S_l) - X_l}{X_c - X_l} \quad (4.3)$$

Đại lượng μ_m xác định theo công thức:

$$\mu = \mu_m \frac{1/0 + b_n}{1/0 + b_n + d} = \mu_m M(\theta) \quad (4.4)$$

Nồng độ bùn hoạt tính ở đầu ra aeroten:

$$X_a = \frac{X_o + Y(S_o - S_e)}{1 + bT_a} \quad (4.5)$$

trong đó: T_a - thời gian sục khí trong aeroten khuấy trộn hoàn toàn;

$$T_a = \frac{Y(K_s + S_l)(S_o - S_e)}{\mu X_a S_l} \quad (4.6)$$

b - hằng số tốc độ tự oxy hoá của bùn:

$$b = (1/\theta + bn) \frac{1/\theta + b_c + d}{1/\theta + b_n + d} + \frac{1}{\theta} \quad (4.7)$$

Trong khi tìm các hệ thức (4.4) và (4.7) ta chấp nhận rằng bùn cấu tạo từ phần hoạt tính và phần chết, hơn nữa b_v , b_n là các hằng số tốc độ oxy hoá các phần hoạt tính và phần chết của bùn; d là hằng số tốc độ chết dần của bùn.

Thời gian lắng trong bể lắng:

$$T_n = \frac{H(R + \omega)}{(1 + R)(\alpha - 1)} \cdot \frac{1}{v_n} \left(\frac{\alpha - 1}{\alpha} \frac{X_r}{X_c} \right)^\alpha \quad (4.8)$$

trong đó: X_c - một hằng số nào đó của nồng độ bùn hoạt tính;

H - chiều cao của aeroten.

Giải phương trình (4.1) bằng phương pháp số cho một giá trị X_r cho trước, sau đó theo các phương trình (4.5), (4.6) và (4.8) xác định X_a , T_a , T_o .

Nhược điểm của phương pháp này là các hệ thức (4.1) - (4.5) nhận được cho aeroten - trộn trong khi ở điều kiện thực thì cấu trúc dòng trong aeroten nằm ở trạng thái trung gian giữa trộn lý tưởng và đẩy lý tưởng.

Các công thức để tính aeroten năng suất cao do Ia.Karelin và cộng sự đề xuất có tính tới những nồng độ đầu và cuối của nước thải và cả lượng bùn hoạt tính trong hệ.

Thời gian sục khí ở aeroten năng suất cao T_a xác định theo công thức:

$$T_a = (S_o - S_e)/(16 + 0,75A^{0,75}S_e^{0,75}) \quad (4.9)$$

Thời gian lắng:

$$T_o = 0,45 A \cdot f^{0,55} / B^{1,12} + 1,25 \quad (4.10)$$

trong đó: A - lượng bùn hoạt tính làm việc trong hỗn hợp tính theo chất không tro, g/l;

T_0 - thời gian lắng trong bể lắng, h;

I - chỉ số bùn, cm^3/g ;

B - chất lơ lửng, mg/l .

Phương pháp tính tương tự theo tiêu chuẩn xây dựng trong đó: thời gian sục khí aeroten tất cả các loại được xác định theo công thức:

$$t = \frac{S_0 - S_1}{AR_{tb}} \quad (4.11)$$

trong đó: R_{tb} - tốc độ trung bình oxy hoá chất bẩn.

Khi so sánh các kết quả tính toán theo các công thức (4.9) và (4.11) người ta đã phát hiện thấy sự khác nhau đáng kể. Ví dụ, ở lượng bùn hoạt tính 2 g/l và độ tro 0.25 thì nước thải với nồng độ theo BOD bằng 250 mg/l trong trường hợp thứ nhất phải sục khí 4,1 h để có $S_e = 15$ mg/l theo BOD, trong trường hợp thứ hai là 7,5 h. Nếu chỉ cần đưa đến độ sạch $S_1 = 30$ mg/l thì theo (4.9) phải sục khí 2 h còn theo (4.11) lại là 4,9 h.

Những phương pháp nêu trên không tính tới động học khử các chất hữu cơ có trong nước thải và việc chúng bị vi sinh vật sử dụng.

Trong thực tế tốc độ của quá trình khử các chất hữu cơ có trong nước thải được biểu thị ở dạng các phương trình động học nhận được từ sơ đồ động học hình thức mà nhà nghiên cứu thừa nhận trên cơ sở kết quả quan sát được.

Trong động học các quá trình hoá sinh người ta sử dụng những mô tả toán học mà cơ sở là những khái niệm cổ điển về phản ứng men. Hiện tại có rất nhiều những hệ thức toán học mô tả các quá trình động học cơ bản tăng trưởng của vi sinh vật.

Trong số các mô hình có tính tối động học khử cơ chất thì mô hình V.Ekkenfelder và R.Makini được sử dụng rộng rãi hơn cả. Tuy nhiên để có thể coi mô hình nào là tốt hơn thì cần phải có sự phân tích so sánh tất cả các mô hình áp dụng cho trường hợp cụ thể.

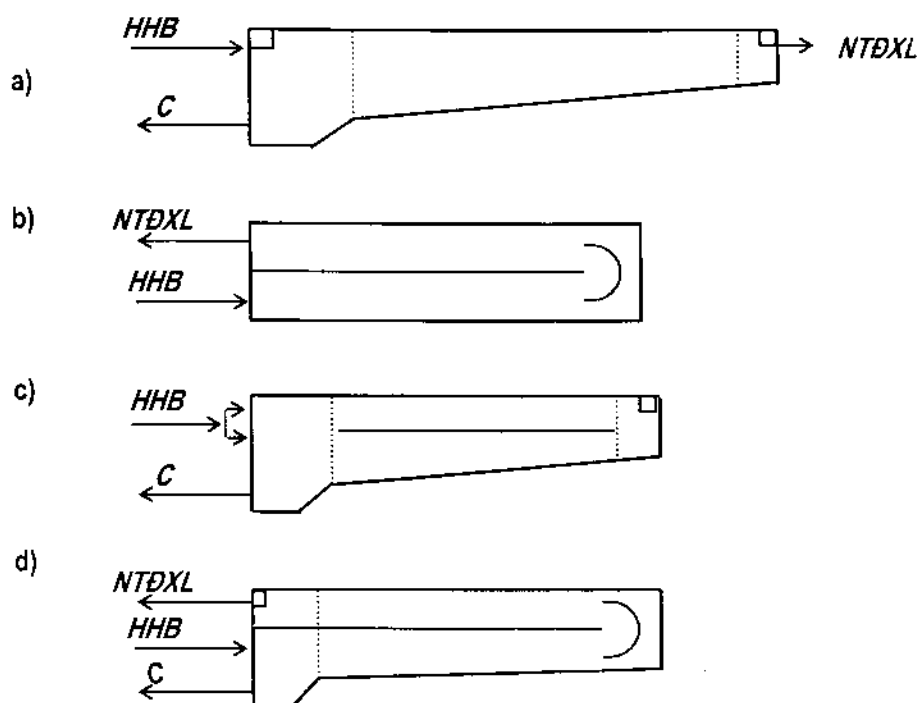
Từ tất cả những điều đã trình bày ở trên có thể đưa ra kết luận sau. Hiện nay có rất nhiều phương pháp tính toán gần đúng thiết bị trong sơ đồ xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học. Nhiều phương pháp dựa trên các quan hệ kinh nghiệm và bán kinh nghiệm không phải bao giờ cũng tính tới những đặc điểm thủy động học và các quy luật động học của các quá trình xảy ra trong thiết bị, vì vậy mà thể tích thiết bị tính toán được thường là cao hơn hoặc thấp hơn thực tế cần thiết. Nói chung việc thiết kế các sơ đồ công nghệ tối ưu xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học chỉ có thể thực hiện được khi tạo nên các hệ mô hình bao gồm mô đun tính toán của các thiết bị riêng biệt và tính tới tất cả liên hệ khả dĩ giữa chúng (các dòng chảy qua và dòng tuần hoàn...).

4.3.2. Bể lắng

Lắng là một trong những giai đoạn cơ bản để tách những hỗn hợp cơ học không tan (các chất lơ lửng lắng được) ra khỏi nước thải. Hiện nay trong thực tế xử lý nước thải người ta sử dụng các bể lắng hoạt động gián đoạn và liên tục. Bể lắng hoạt động liên tục tùy thuộc vào hướng của dòng chất lỏng mà phân chia ra bể lắng ngang, bể lắng đứng, bể lắng hướng tâm.

4.3.2.1. Bể lắng ngang

Bể lắng ngang (hình 4.14) là một bể hình chữ nhật với các cơ cấu phân phối nước và thu nước, các ống để đưa nước trong ra và cả cơ cấu để đưa cặn ra theo chu kỳ. Bể lắng ngang thường được sử dụng cho những công trình xử lý nước và nước thải có công suất lớn để tách huyền phù đã được keo tụ. Nhược điểm đáng kể của bể lắng ngang là khó cơ giới hoá quá trình đẩy cặn ra khỏi bể.



Hình 4.14. Sơ đồ chuyển động của nước trong các bể lắng ngang khác nhau

- a- dòng thẳng một tầng (mặt cắt);
 - b- một tầng với dòng quay ngược lại (hình chiếu);
 - c- dòng thẳng hai tầng (mặt cắt);
 - d- hai tầng với dòng quay ngược lại (mặt cắt);
- c- cặn; HHB- hỗn hợp bùn; NTĐXL- nước thải đã xử lý

Tính toán bể lắng ngang là xác định các kích thước hình học của nó (chiều dài và chiều rộng) và mức độ làm trong cần thiết đối với nước thải.

$$\frac{H_o}{L} = \frac{u_o - \omega}{v_c} \quad (4.12)$$

trong đó: H_0 - chiều sâu của bể lắng ngang;

L - chiều dài của bể;

u_0 - tốc độ tính toán lắng huyền phù trong điều kiện tĩnh, mm/s;

ω - giá trị trung bình thành phần thẳng đứng của tốc độ dòng, mm/s;

v_0 - tốc độ chuyển động ngang trung bình của nước trong bể lắng, mm/s.

Công thức (4.12) có thể biểu diễn ở dạng:

$$L = \alpha \frac{v_c}{u_0} H_0 \quad (4.13)$$

trong đó: α - hệ số tính tới ảnh hưởng của thành phần thẳng đứng của tốc độ dòng:

$$\alpha = \frac{u_0}{u_0 - v_c/30}$$

$$v_c = k u_0$$

Hệ số k tìm theo tỉ số L/H_0 :

k	7,5	10	12	13,5
L/H_0	10	15	20	25

Chiều rộng của bể lắng xác định theo công thức:

$$B = \frac{Q}{v_c \cdot H_0} \quad (4.14)$$

trong đó: Q - lưu lượng của nước, m³/s.

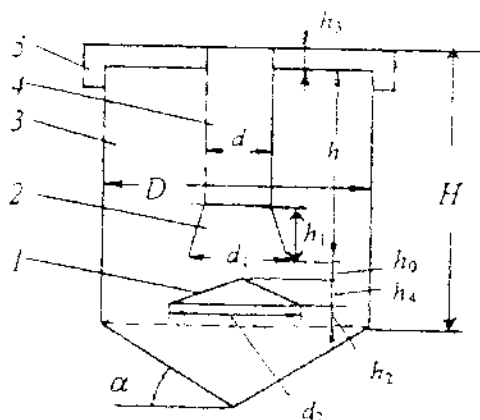
Các giá trị u_0 , ω , v_c xác định bằng thực nghiệm hoặc theo đường cong lắng. Người ta cũng xây dựng phương pháp tính thống kê có tính tới ảnh hưởng của thành phần thẳng đứng của tốc độ lắng các hạt lơ lửng có độ lớn thủy lực khác nhau (G.Pavlov).

4.3.2.2. Bể lắng đứng

Bể lắng đứng là thùng chứa có hình tròn hoặc hình vuông được trang bị ống dẫn nước thải, buồng tạo bông, các máng thu nước đã làm sạch và cả ống để theo chu kỳ đẩy cặn ra ngoài hoặc tháo rửa. Ưu điểm của bể lắng đứng là sự đơn giản của việc tháo cặn dưới tác động của áp suất thủy tĩnh. Cấu tạo của bể cho phép đẩy cặn ra khỏi bể mà không cần thiết bị đặc biệt. Bể lắng đứng cũng được dùng để lắng huyền phù được keo tụ với năng suất cao tới 20.000m³/ngày. Nhưng dù có ưu điểm trên, bể lắng đứng được sử dụng rộng rãi chủ yếu là để làm trong nước thải sinh hoạt chứ trong công nghiệp lại ít dùng. Đó là vì ở cùng một tải trọng nước thải, hiệu quả làm việc của bể lắng đứng thông thường thấp hơn bể lắng ngang và công suất lọc riêng của bể lắng đứng thường tương đối thấp. Nếu lưu lượng nước thải lớn thì phải lắp nhiều bể lắng đứng dẫn đến khó khăn trong vận hành công trình.

Khảo sát hoạt động của bể lắng đứng chỉ ra rằng điều kiện lắng thuận lợi nhất trong bể tạo ra khi tốc độ tính toán chuyển động của nước bằng 0,2 - 0,3 mm/s.

Tính toán thủy lực các bể lắng đứng (hình 4.15) được tiến hành theo hai phương pháp.



Hình 4.15. Sơ đồ tính toán bể lắng đứng

1- tấm che; 2- ống phân bố; 3- vỏ bể lắng; 4- ống trung tâm; 5- máng tháo nước trung

Phương pháp thứ nhất: các đại lượng tính toán ban đầu là tốc độ tính toán của dòng nước thải trong bể lắng v_p và thời gian lắng tính toán t . Đại lượng v_p chấp nhận tính theo tốc độ lắng nhỏ nhất u_0 của các hoạt chất lơ lửng sao cho chúng được giữ lại $v_p \approx (0,5 - 0,7)u_0$. Đại lượng u_0 chấp nhận theo hiệu quả cần thiết giữ lại chất lơ lửng và các số liệu về động học của quá trình lắng. Thời gian lắng t chấp nhận trên cơ sở số liệu thí nghiệm lắng của nước thải cần nghiên cứu hoặc của nước thải tương tự.

Đường kính ống trung tâm d phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của nước trong ống v_t mà ta chấp nhận.

Đại lượng v_t có ảnh hưởng đáng kể đến hoạt động của bể lắng do đó cần phải chú ý tới nó bằng việc tính tới chiều sâu chung của bể lắng và chiều sâu nhúng ngập ống trung tâm và cả sự có mặt của tấm chắn dưới ống. Với độ sâu ($H \geq 3$ m) ở phần chảy liên tục của bể trong trường hợp không có tấm chắn tốc độ trong ống trung tâm không được vượt quá 28 mm/s; nếu có tấm chắn thì tốc độ có thể cao đến 100 mm/s.

Với việc giảm đại lượng v_t hiệu quả làm việc của bể lắng tăng lên ở những điều kiện khác nhau.

Diện tích bể lắng được xác định từ phương trình:

$$F = Q \left(\frac{1}{v_p} + \frac{1}{v_t} \right) \quad (4.15)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải, m^3/s .

Chiều cao phần hoạt động của bể lắng h phụ thuộc vào các giá trị v_p và t .

$$h = v_p \cdot t$$

Tấm chắn 2 bố trí với tính toán sao cho tốc độ chuyển động của nước trong khe giữa đáy ống trung tâm và bề mặt tấm không vượt quá 40 mm/s; thường chiều cao khe là 0,25 - 0,5 m.

Để bảo vệ cặn đã lắng xuống khỏi bị xáo động người ta đã xem xét tạo ra lớp đệm 1. Chiều cao của nó tính từ tấm chắn không quá 0,3 m; trong trường hợp không có tấm chắn nó có thể đạt tới 1m tùy thuộc vào tính chất của cặn.

Độ nghiêng của vỏ phân hình nón của bể lắng được xác định bởi tính chất của cặn lắng trong bể và phương pháp đẩy nó ra ngoài; thông thường độ nghiêng là 45 - 60°.

Góc nghiêng của bề mặt tấm chắn lấy theo góc mà cặn trượt tự nhiên ở phía dưới nước tức như là góc nghiêng của đáy bể lắng.

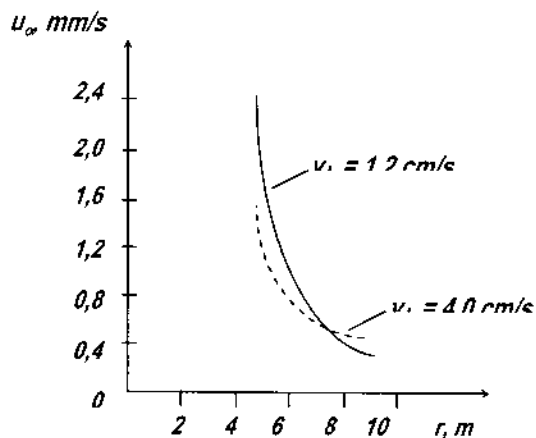
Để lấy nước đã lắng trong ra người ta thường sử dụng máng theo chu vi hình tròn; trong trường hợp đường kính bể lắng lớn hơn 6m nên có thêm những máng thu phụ (hướng bán kính hoặc hình khuyên). Nước qua một tường nhỏ và theo toàn bộ chiều dài máng hay qua các khe của tường máng. Các khe nằm ở nửa dưới của máng, chiều cao khe thường không quá 0,05 m. Việc đẩy cặn ra khỏi bể lắng trong đa số trường hợp thực hiện bằng cách nén. áp suất thủy tĩnh cần thiết cho việc này phụ thuộc vào các tính chất vật

lý của cặn và thời gian của chu kỳ mà cặn lưu ở trong bể. Đối với nhiều loại nước thải sản xuất áp suất phương trình bằng 1 – 2 m.

Phương pháp thứ hai: tính bể lắng đứng theo X.Shifrin dựa trên giả thiết rằng quá trình lắng chất lơ lửng kết thúc ở vùng chuyển động nằm ngang của nước thải từ chỗ nó ra khỏi khe giữa ống trung tâm và tấm chắn đến vỏ của bể lắng. Đại lượng tính toán ban đầu là tốc độ lắng nhỏ nhất của các hạt u_0 để được giữ lại trong bể lắng và chiều cao dòng nước chuyển động từ ống trung tâm đến tường bể.

Đại lượng u_0 xác định tùy thuộc vào hiệu quả cần thiết giữ chất lơ lửng và số liệu về động học lắng của chúng.

Chiều cao của lớp nước chuyển động phụ thuộc vào nhiều yếu tố: chiều cao của khe, tốc độ ban đầu của dòng (ở đầu ra của nước khỏi ống trung tâm), độ nghiêng của mặt phẳng tấm chắn, bán kính bể lắng... Để đơn giản hoá tính toán đưa ra đồ thị (hình 4.16) cho phép xác định bán kính bể lắng cần thiết theo các đại lượng u_0 và tốc độ ban đầu của nước vào bể lắng v_c (1,2 – 4 cm/s).



Hình 4.16. Sự phụ thuộc của bán kính bể lắng r vào tốc độ lắng tính toán u_0

Những đại lượng còn lại của bể lắng đứng theo phương pháp này nhận các giá trị trên cơ sở số liệu thực nghiệm. Phần hình trụ của bể lắng nên lấy có chiều cao $h = 2,5 d$ nhưng không được thấp hơn 2,75 m. Đường kính ống trung tâm d lấy sao cho tốc độ nước trong nó nằm trong khoảng 28 - 100 mm/s. Đường kính bể lắng D không được vượt quá 3 h. Tầm chân đặt ở khoảng cách tới ống trung tâm sao cho tốc độ nước trong khe v_n không vượt quá giá trị đã nêu ở trên. Chiều cao lớp trung gian (dệm) không được quá 0,3 m. Để giữ các chất trôi nổi trong bể lắng đứng có các tường bán chìm trong nước trước lối vào các máng thu nước ở khoảng cách 0,2 - 0,3 m.

Ví dụ tính toán:

Lượng nước thải tính toán $Q_p = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$; nồng độ chất lơ lửng trong nước thải $C_1 = 200 \text{ mg/l}$; nước thải sau xử lý với nồng độ chất lơ lửng $C_2 = 40 \text{ mg/l}$ để xả vào hồ chứa nước; thể tích cặn bằng 0,5% thể tích nước thải; thời gian giữ cặn trong bể lắng không dài hơn 3 ngày. Góc trượt của cặn dưới nước là 45° . Xác định số lượng và kích thước của các bể lắng đứng.

- Giải theo phương pháp thứ nhất:

Hiệu quả hoạt động đòi hỏi:

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100 = \frac{200 - 40}{200} \cdot 100 = 80\%$$

Theo số liệu động học lắng của các chất lơ lửng thì hiệu quả như thế có thể đạt được trong điều kiện bể lắng giữ các hạt với tốc độ u_0 bằng 0,4 mm/s.

Thời gian lắng cần thiết cũng theo các số liệu trên: $t = 2 \text{ h}$.

Chấp nhận tốc độ chảy của nước thải trong bể lắng: $v_p = 0,75 \times u_0 = 0,3 \text{ m/s}$.

Diện tích làm việc của các bể lắng:

$$F_p = \frac{Q_p}{v_p} = \frac{0,1}{0,0003} = 334 \text{ m}^2$$

Tốc độ chuyển động của nước thải trong ống trung tâm v_1 ở điều kiện có tấm chắn lấy bằng 100 mm/s; số lượng bể lắng $n = 8$ chiếc. Khi đó đường kính của bể lắng:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_p}{\pi n} \left(\frac{1}{v_p} + \frac{1}{v_1} \right)} = 7,2 \text{ m}$$

Chiều cao của phần làm việc của bể lắng:

$$H = 7200 \cdot 0,3 \approx 0,54 \text{ m}$$

và đường kính d_2 của tấm chắn:

$$d_2 = 1,3 \cdot 0,54 \approx 0,7 \text{ m}$$

Tốc độ chuyển động của chất lỏng trong khe $v_b = 10$ mm/s, khi đó chiều cao của khe được xác định theo công thức:

$$h_n = \frac{Q_p}{v_b \pi d n} = \frac{0,1}{0,04 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 8} \approx 0,25$$

Góc nghiêng của bề mặt tấm chắn α lấy bằng góc trượt của cặn dưới nước tức 45° . Chiều cao tấm chắn ở giá trị d_2 và góc nghiêng sẽ là $h_4 = 0,35$ m.

Chiều cao lớp trung gian chấp nhận bằng 0,3 m; độ cao hơn nữa của thành bể lắng so với mực nước trong nó h_3 lấy bằng 0,25 m. Khi đó chiều cao phần hình trụ của bể lắng đứng sẽ là:

$$H = h + h_0 + h_2 + h_3 + h_4 \approx 3,3 \text{ m}$$

Lượng cặn lắng trong một ngày bằng:

$$q_{\text{ngày}} = 0,005 \cdot Q \cdot 86400 \approx 43 \text{ m}^3$$

Ở thời gian lưu cặn trong bể lắng là 3 ngày thì dung tích của phần bùn của mỗi bể lắng phải không được nhỏ hơn 17 m^3 . Độ nghiêng của tường phân hình nón của bể lắng lấy bằng $\alpha = 45^\circ$, khi ấy dung tích của nó là:

$$V = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi D^3}{8} \cdot \operatorname{tg} \alpha \approx 49 \text{ m}^3$$

Như vậy, toàn bộ cặn tích lũy trong phân hình nón của bể lắng chiếm khoảng 30% thể tích thiết bị.

Lớp trung gian trong trường hợp này có thể không cần. Khi đó chiều cao xây dựng của bể lắng là:

$$H_{bl} = h + h_0 + h_3 + h_4 + \frac{D}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \approx 6,6 \text{ m}$$

- Giải theo phương pháp thứ hai:

Đại lượng bán kính bể lắng tương ứng với những giá trị chấp nhận của tốc độ lắng của các hạt u_0 về tốc độ của nước vào bể v_b tìm theo đồ thị (hình 4.16).

Ở $u_0 = 0,4 \text{ mm/s}$ và $v_b = 40 \text{ mm/s}$ thì bán kính bể lắng $r = 4 \text{ m}$.

Tốc độ chuyển động của nước thải trong ống trung tâm lấy bằng 100 mm/s , khi đó đường kính của nó $d = 0,4$.

Chiều cao phân làm việc của bể lắng có thể bằng $h = 2,5d$ nhưng không được nhỏ hơn $2,75 \text{ m}$ nên lấy bằng $2,75 \text{ m}$.

Chiều cao phân hình nón của bể lắng ở $D = 8 \text{ m}$ và độ nghiêng của tường 45° sẽ là 4 m ; dung tích của nó $V \approx 70 \text{ m}^3$ tức là lớn hơn dung tích cần thiết để chứa cặn.

Các kích thước của tấm chắn lấy như trường hợp thứ nhất bằng $d_2 = 0,7 \text{ m}$; $h_4 = 0,35 \text{ m}$; chiều cao của thành bể lắng $h_3 = 0,25$; lớp trung gian không cần.

Chiều cao toàn bộ của bể lắng $H_{b,l} \approx 7,6 \text{ m}$.

Công suất của một bể lắng ở điều kiện trên:

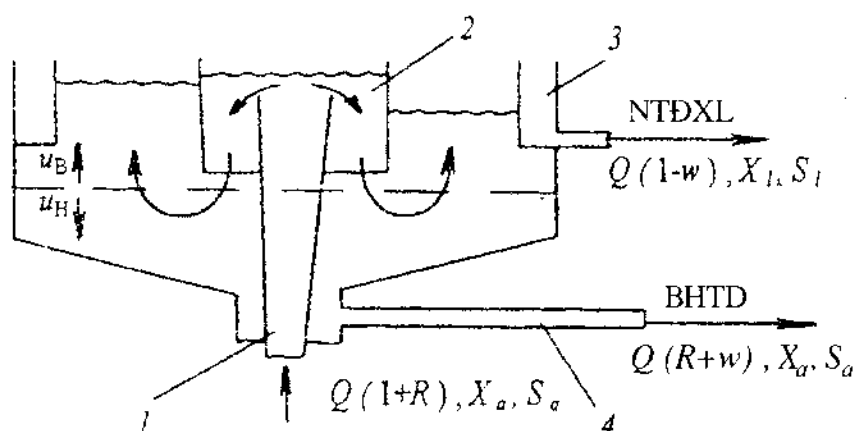
$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v_l \approx 0,125 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Số bể lắng:

$$n = \frac{Q_p}{Q} = \frac{0,1}{0,0125} = 8 \text{ chiếc}$$

4.3.2.3. Bể lắng ly tâm

Bể lắng ly tâm sử dụng trong xử lý lượng nước thải lớn. Chúng có hình tròn với các ống dẫn nước và thoát nước, các cơ cấu phân phối nước và thu nước (hình 4.17).



Hình 4.17. Sơ đồ bể lắng ly tâm

1- ống dẫn bùn hoạt tính với nước đã xử lý; 2- hình trụ định hướng;
3- máng thu; 4- ống đẩy bùn hồi lưu; BHTD- bùn hoạt tính dư

Hỗn hợp bùn hoạt tính với nước thải làm sạch cấp vào trung tâm bể lắng từ dưới lên trên theo ống 1 và hình trụ định hướng 2. Bùn lắng thành cặn nhờ

những cái cào gắn trên giàn cố định hay là bằng cách tự chảy mà chuyển đến hố của bể lắng, sau đó theo ống dẫn 4 đẩy ra khỏi bể bằng máy bơm. Nước trong vào máng thu hình tròn 3.

Tốc độ của dòng hướng lên $u_h = Q(1 - \omega)/F$, tốc độ của dòng đi xuống $u_H = Q(R + \omega)/F$ (xem sơ đồ trên hình 4.17, F - diện tích tiết diện của bể lắng, m^2).

Đường kính của các bể lắng ly tâm là 15 – 40 m. Tỉ số đường kính bể lắng và chiều sâu của phân hình trụ từ 6:1 đến 12:1, chiều sâu của phần chảy 1,5 – 5 m. Nhược điểm chủ yếu của bể lắng ly tâm cũng như bể lắng ngang là tính dòng tia rõ rệt của nước thải và do vậy có thêm trở lực kìm hãm việc lắng các hỗn hợp không tan. Điều này làm giảm hiệu quả hoạt động của bể lắng.

Tính diện tích bể lắng ly tâm được tiến hành theo công thức:

$$F = \alpha \frac{Q}{3,6u_o} + f$$

trong đó: Q - năng suất của bể lắng, m^3/s ;

u_o - tốc độ lắng tính toán của chất lơ lửng, mm/s ;

f - diện tích vùng trung tâm nơi mà do sự chảy rối cao của dòng không xảy ra lắng chất lơ lửng, m^2 ;

α - hệ số tính tới ảnh hưởng của thành phần thẳng đứng của tốc độ dòng đến hiệu quả lắng chất lơ lửng:

$$\alpha = \frac{u_o}{u_o - \omega}$$

trong đó: ω - giá trị quân phương của thành phần thẳng đứng của tốc độ dòng trong tiết diện trung bình của bể.

V.Kliatrko và G.Pavlop đề xuất tính các bể lắng ly tâm có tính tới sự thay đổi liên tục của các thành phần nằm ngang và thẳng đứng của tốc độ dòng theo chiều dài bán kính của bể lắng.

Xác định thành phần nằm ngang của tốc độ chuyển động của nước ở một điểm bất kỳ của bể lắng từ đẳng thức:

$$V \frac{dx}{dt} = \frac{Q}{2\pi x(H - \gamma x)} \quad (4.16)$$

trong đó: x - khoảng cách từ tâm bể lắng đến điểm mà ta xác định độ nằm ngang;

H - chiều sâu của bể lắng ở tâm;

γ - độ nghiêng của đáy bể lắng.

Tốc độ lắng của chất lơ lửng trong bể lắng ly tâm sẽ bằng:

$$\frac{dy}{dt} = u_o - \omega(x) \quad (4.17)$$

trong đó: $\omega(x)$ - đại lượng trung bình của thành phần nằm ngang của tốc độ chuyển động nước thải trong bể lắng phụ thuộc vào x :

$$\omega(x) = \frac{Q}{26.2\pi x(H - \gamma x)} \quad (4.18)$$

Thay (4.17) vào (4.18) ta được:

$$\frac{dy}{dt} = u_o - \frac{Q}{26.2\pi x(H - \gamma x)} \quad (4.19)$$

Giải đồng thời các phương trình (4.18) và (4.19) ta có:

$$\frac{dx}{dy} = \frac{Q}{2\pi x u_o (H - \gamma x) - Q/26} \quad (4.20)$$

Lấy tích phân (4.20) từ 0 đến R ta được:

$$y = \frac{2\pi u_o \gamma R^3}{3Q} + \frac{\pi u_o H}{Q} R^2 - \frac{R}{26} \quad (4.21)$$

Ở $x = R$ tung độ y bằng chiều cao của bể lắng tại máng thu h :

$$h = H - \gamma R \quad (4.22)$$

Sau những phép biến đổi tương ứng ở dạng cuối cùng phương trình tính toán dùng cho bể lắng ly tâm có dạng:

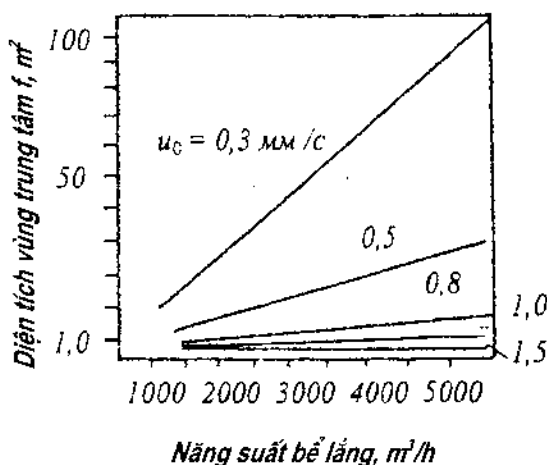
$$\frac{2\pi\mu_o\gamma}{3Q} R^3 - \frac{\pi\mu_o H}{Q} R^2 + H = 0 \quad (4.23)$$

hay ở dạng đơn giản như:

$$R = (280 Q/\mu_o)^{0.535} \quad (4.24)$$

Do khi đất dẫn phương trình tính toán (4.24) không tính tới sự có mặt tại tâm bể lắng vùng tốc độ lớn mà ở đó thực tế quá trình lắng không xảy ra, nên để nhận được diện tích bể lắng cần tìm thì cần lấy diện tích cơ bản của hình tròn bán kính R cộng với diện tích vùng trung tâm f_1 được xác định theo đồ thị (hình 4.18):

$$F_{ba} = \pi R^2 + f_1 \quad (4.25)$$



Hình 4.18. Sự phụ thuộc của diện tích vùng trung tâm vào năng suất bể lắng

Chương V

CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT BỊ HỢP KHỐI XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Ở những chương trước chúng ta đã đề cập đến những đặc điểm chính của nước thải bệnh viện, sự nguy hiểm của nó về phương diện vệ sinh dịch tễ học và các sơ đồ nguyên tắc xử lý và khử trùng nước thải bệnh viện. Một số thiết bị hiện đại để xử lý nước thải bệnh viện bằng phương pháp sinh học cũng đã được xem xét. Những thiết bị đó đã và đang được ứng dụng rộng rãi ở nước ngoài.

Trong số các phương pháp xử lý nước thải nói chung và nước thải bệnh viện nói riêng, xử lý bằng phương pháp sinh học chiếm một vị trí đặc biệt. Phương pháp này dựa vào khả năng của vi sinh vật sử dụng các hợp chất hữu cơ hòa tan trong nước thải làm chất dinh dưỡng. Việc khử các chất hữu cơ có thể xảy ra trong điều kiện có oxy (hiếu khí) và không có oxy (kỵ khí). Phương pháp hiếu khí là phổ biến hơn tuy có tốn nhiều không khí hoặc oxy. Hiện tại người ta đang tiến hành những nghiên cứu nhằm tăng cường hoạt động của các công trình xử lý hiếu khí bằng các biện pháp như tăng nồng độ bùn hoạt tính trong aeroten, bằng tải trọng tính trên bùn và loại sự quá tải, xác lập pH và nhiệt độ tối ưu cũng như cấu trúc thủy động ổn định trong thiết bị, làm tốt hơn quá trình cấp oxy. Cũng cần nghiên cứu kết hợp nhằm khai thác những ưu điểm của quá trình phân hủy kỵ khí. Từ năm 1997 Liên hiệp Khoa học sản xuất Công nghệ Hóa học thuộc Viện Khoa học và Công

nghe Việt Nam, Trung tâm Tư vấn chuyển giao Công nghệ nước sạch và Môi trường thuộc Ban chỉ đạo Quốc gia về Cung cấp nước sạch và Vệ sinh môi trường đã nghiên cứu thành công và đưa vào ứng dụng trong điều kiện thực tế Việt Nam thiết bị hợp khối xử lý nước thải bệnh viện. Đã có hơn 40 trạm xử lý nước thải bệnh viện với công suất từ 300 đến 600 m³/ngày được xây dựng và hiện đang hoạt động có hiệu quả. Từ các bệnh viện lớn ở Trung ương như bệnh viện Hữu nghị Hà Nội đến các bệnh các bệnh viện đa khoa tỉnh, bộ, ngành như Bệnh viện đa khoa Thái Bình, Ninh Bình, Thanh Hóa, Phú Yên, Bệnh viện 19-8 Bộ Công an, Bệnh viện Y học cổ truyền... và cả các trung tâm y tế quận, huyện như Bệnh viện Quận Ngô Quyền Hải Phòng, Trung tâm Y tế Cẩm Phả Quảng Ninh.

5.1. ĐẶC ĐIỂM CỦA CÔNG NGHỆ MỚI

Nhằm giảm bớt chi phí đầu tư và nâng cao hiệu quả xử lý của trạm xử lý nước thải, nước thải sinh hoạt và nước thải từ khám chữa bệnh cần được phân luồng tách riêng khỏi dòng nước mưa. Bệnh viện cần xây dựng các rãnh thoát nước mưa riêng biệt, nước từ hệ thống rãnh này được xả thẳng ra cống thoát chung của khu vực qua song chắn rác đặt ở cửa xả. Dòng nước thải từ các bể phốt của bệnh viện được dẫn vào bể chứa theo hệ thống cống riêng, sau đó bơm vào trạm xử lý nước thải.

Do đặc tính nước thải bệnh viện có thành phần ô nhiễm chính là các chất hữu cơ, vi trùng gây bệnh và tỷ lệ $BOD_5 / COD > 1/2$ nên phương pháp xử lý sinh học kết hợp khử trùng sẽ mang lại hiệu quả tốt nhất, đảm bảo phân hủy gần như toàn bộ các chất ô nhiễm hữu cơ và tiêu diệt hầu hết các vi trùng

gây bệnh. Hệ thống xử lý theo phương pháp công nghệ này có thể đạt hiệu suất xử lý 90% đối với BOD_5 , 80% đối với SS và hơn 99% đối với *Coliform*. Nước thải sau khi xử lý đạt mức I theo TCVN 6772-2000 và loại A theo TCVN 5945-1995.

Phương án công nghệ mới lựa chọn áp dụng để xử lý nước thải bệnh viện trong chương trình quốc gia là công nghệ hiện đại bao gồm các quá trình xử lý hóa-lý và xử lý sinh học hiếu khí và yếm khí (hình 5.1). Ngoài ra, công nghệ này còn sử dụng chất keo tụ PACN-95 và chế phẩm vi sinh đặc hiệu DW-97H nhằm nâng cao hiệu suất xử lý, tăng công suất thiết bị. Các thiết bị được chế tạo theo nguyên lý môđun, hợp khối, tự động rất gọn nhẹ, phù hợp với mọi điều kiện lắp đặt và sử dụng của Việt Nam.

a) Nguyên lý môđun

Mỗi môđun được thiết kế cho công suất từ $100-150m^3/ngđ$ (với 20h hoạt động), số môđun cần thiết sẽ được lắp đặt tùy thuộc vào tổng lưu lượng nước thải của bệnh viện. Như vậy cho phép vận hành các thiết bị một cách tối ưu, đảm bảo tận dụng triệt để công suất của hệ thiết bị xử lý ngay cả trong trường hợp lưu lượng nước thải biến đổi theo thời gian phụ thuộc vào nguồn thải nhằm giảm thể tích bể điều hòa và chi phí vận hành thiết bị lúc cao điểm thải và những thời gian bình thường.

b) Nguyên lý hợp khối

Nguyên lý này cho phép thực hiện kết hợp nhiều quá trình cơ bản xử lý nước thải đã biết trong một không gian thiết bị của mỗi môđun để tăng hiệu quả và giảm chi phí vận hành xử lý nước thải. Thiết bị xử lý hợp khối cùng một lúc thực hiện đồng thời quá trình xử lý sinh học yếm khí và các quá

trình hiếu khí như biophin, biofor, aeroten. Việc kết hợp đa dạng này sẽ tạo mật độ màng vi sinh tối đa mà không gây tắc các lớp đệm, đồng thời thực hiện oxy hoá mạnh và triệt để các chất hữu cơ trong nước thải. Thiết bị hợp khối còn áp dụng cơ chế lắng có lớp bản mỏng (lamen) cho phép tăng bề mặt lắng đồng thời rút ngắn thời gian lưu.

c) Nguyên lý tự động

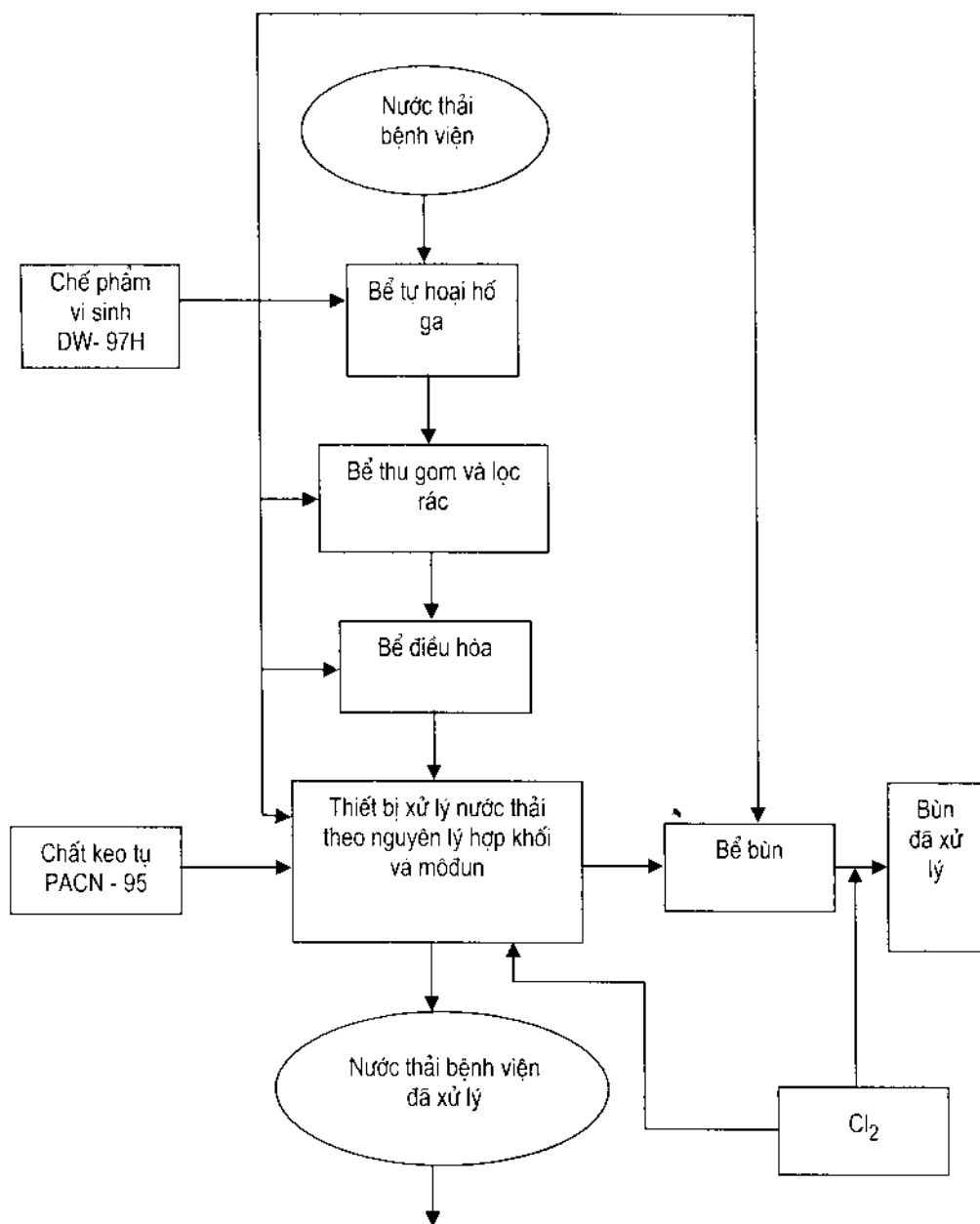
Việc vận hành các máy bơm nước thải, máy bơm bùn, các máy thổi khí và bơm các chế phẩm vi sinh, keo tụ... được thực hiện tự động tùy thuộc vào lưu lượng nước thải thông qua các phao báo tự động lắp trong các ngăn bể. Nguyên lý này cho phép tiết kiệm điện và hóa chất đồng thời vẫn đảm bảo duy trì cấp khí nuôi vi sinh hiếu khí và thực hiện xử lý nước thải.

Ngoài ra, công nghệ mới này còn sử dụng một số chế phẩm đặc hiệu nhằm nâng cao hiệu suất xử lý, cụ thể:

- ***Sử dụng chế phẩm vi sinh đặc hiệu DW-97H***

Đây là chế phẩm phân giải (thủy phân) nhanh các chất thải hữu cơ từ trong các bể phốt của bệnh viện, tạo điều kiện phân giải khá triệt để các chất thải hữu cơ phức tạp trước khi bắt đầu quá trình oxy hoá trong thiết bị xử lý sinh học. Do đó quá trình phân huỷ các chất hữu cơ trong các thiết bị oxy hoá sinh học diễn ra nhanh hơn (tốc độ phân huỷ tăng 7-9 lần) nhờ vậy giảm được sự quá tải của các bể phốt, giảm kích thước thiết bị, tiết kiệm chi phí chế tạo, chi phí vận hành cũng như diện tích mặt bằng cho hệ xử lý

- ***Sử dụng chất keo tụ tốc độ cao PACN-95*** cho phép giảm kích thước thiết bị lắng một cách đáng kể, từ đó giảm chi phí xây dựng và vận hành, tiết kiệm năng lượng mà vẫn đảm bảo tiêu chuẩn đầu ra của nước thải.



Hình 5.1. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải bệnh viện

5.2. CÁC GIAI ĐOẠN XỬ LÝ

5.2.1. Xử lý sơ bộ bậc 1

Nước thải từ các khoa, phòng chảy vào các bể tự hoại sẵn có. Từ bể tự hoại, nước thải theo hệ thống đường ống chảy vào bể gom, bể này được xây dựng tại một vị trí thuận lợi cho việc gom nước thải toàn bệnh viện. Tại đây, tất cả các rác thô có kích thước lớn như: giấy, bao nylon, que, gỗ... được giữ lại ở hố tách bằng lưới inox $\phi 5$ và được đưa tới điểm tập trung rác bệnh viện.

Từ bể gom, nước thải được bơm về bể điều hoà tại khu xử lý để làm cân bằng lưu lượng và nồng độ các chất ô nhiễm đồng thời thực hiện quá trình làm thoáng sơ bộ. Tại đây, nước thải được bổ sung một lượng chế phẩm vi sinh DW-97H nhằm thủy phân sơ bộ các chất hữu cơ tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình oxy hoá tiếp theo.

Để nâng cao mức độ đồng đều hàm lượng các chất hữu cơ trong nước thải, tránh lắng cặn và tạo môi trường thuận lợi cho vi sinh vật hoạt động, ở trong bể điều hoà được lắp hệ thống sục khí. Nước thải được bơm thường xuyên vào thiết bị để xử lý với một lượng ổn định không đổi. Để đảm bảo quá trình xử lý được liên tục cần lắp thêm một bơm dự phòng cùng công suất.

5.2.2. Xử lý cơ bản bậc 2

Xử lý cơ bản bậc 2 là quá trình xử lý quan trọng kết hợp các công đoạn xử lý khác nhau được thực hiện trong thiết bị. Nước thải từ bể điều hoà được bơm lên thiết bị hợp khối với lưu lượng không đổi (thiết bị hợp khối xử lý nước thải bệnh viện sẽ được mô tả chi tiết ở phần sau).

Nước thải được bơm vào thiết bị trước tiên đi vào ngăn xử lý vi sinh yếm khí. Nước thải được dẫn qua lớp đệm vi sinh có cấu tạo đặc biệt hình thành dòng nước lan toả đi các nhánh trong lớp đệm tạo màng vi sinh tối đa phân

bộ đồng đều trong lớp đệm. Do cấu tạo như vậy quá trình phân hủy sinh học yếm khí diễn ra đồng đều với hiệu suất xử lý cao. Ngoài ra, việc cấp thêm chế phẩm vi sinh đặc hiệu DW-97H ($2 \div 3$ mg/l) sẽ giúp cho việc phân hủy được thực hiện nhanh hơn. Thời gian lưu của nước thải trong ngăn xử lý sinh học yếm khí khoảng $1 \div 1.5$ h. Hiệu suất xử lý nước thải tại ngăn xử lý sinh học yếm khí này có thể đạt tới $40 \div 50\%$ theo BOD.

Tiếp sau ngăn xử lý sinh học yếm khí nước thải được đưa qua ngăn xử lý sinh học hiếu khí. Ngăn này được thiết kế theo phương án kết hợp một lúc nhiều nguyên lý thiết bị biophin, biofor, aeroten, tạo bề mặt tiếp xúc lớn giữa nước thải và không khí. Thời gian lưu của nước thải trong ngăn thiết bị này là $2 \div 2.5$ h, qua ba quá trình xử lý vi sinh như sau:

1. Aerolif (trộn khí cưỡng bức) cường độ cao bằng việc dùng không khí thổi cưỡng bức để hút và đẩy nước thải;
2. Aeroten dòng ngược (hoặc dòng xuôi) có lớp đệm;
3. Lọc sinh học dòng xuôi với vật liệu lọc.

Với cơ chế như vậy, các vi sinh vật hiếu khí hoạt động tốt hơn nên quá trình xử lý diễn ra nhanh chóng, hiệu quả và triệt để. Để tăng cường quá trình xử lý, một phần bùn hoạt tính sau khi qua thiết bị được bơm tuần hoàn trở lại, hoà trộn với nước thải từ bể điều hoà, hoặc với từng ngăn của các môđun nhằm tăng cường tối đa hiệu ứng của bùn hoạt tính cho quá trình xử lý. Việc cung cấp oxy được thực hiện nhờ máy thổi khí cưỡng bức trong mỗi môđun thiết bị. Hiệu quả xử lý của quá trình này đạt $70 \div 75\%$ theo BOD.

Để nâng hiệu quả xử lý theo BOD của các quá trình xử lý sinh học hiếu khí lên $90 \div 95\%$, trong thiết bị còn lắp thêm ngăn xử lý sinh học dạng biophin nhỏ giọt. Nước thải sau khi đã qua các quá trình xử lý hiếu khí kết hợp nêu trên sẽ được bơm lên đỉnh của ngăn lọc sinh học, từ đây nước thải

sẽ chảy qua lớp đệm lọc sinh học có các màng vi sinh bám. Ngăn lọc sinh học được thiết kế với các khe hút gió trên thành thiết bị, do đó không khí sẽ bị hút vào ngăn lọc và bị cuốn cùng với nước thải qua các ngách của lớp đệm, tạo điều kiện tốt cho các vi sinh vật hiếu khí hoạt động và giảm chi phí điện năng dùng cho cấp khí.

Quá trình tách bùn hoạt tính và cặn lơ lửng hữu cơ khác trong nước, được thực hiện ở ngăn lắng trong cùng thiết bị này. Ngăn lắng được thiết kế theo kiểu lắng bùn mỏng cho phép tăng bề mặt lắng đồng thời rút ngắn thời gian lưu. Ngoài ra, tại đây nước thải được bổ sung chất keo tụ PACN-95 (nồng độ đưa vào $5 \div 8 \text{ mg/l}$) có tác dụng tạo bông cặn to, tăng tốc độ lắng, giúp cho quá trình tách bông bùn diễn ra nhanh chóng và giảm kích thước thiết bị.

Nước thải đã qua xử lý sinh học và được lắng trong nhưng vẫn còn chứa một lượng nhất định các vi khuẩn gây bệnh, do đó cần được dẫn sang ngăn khử trùng để diệt trừ vi khuẩn trước khi xả ra môi trường. Hiệu quả và triệt để nhất là khử trùng bằng dung dịch clo, dung dịch hypoclorit của natri hoặc của canxi được pha trộn và bơm định lượng với nồng độ $4 \div 6 \text{ mg Cl/m}^3$ nước thải. Việc định lượng clo hoạt tính cần thiết cho khử trùng nhờ các thiết bị trộn, thiết bị pha clo, và các bơm định lượng clo được lắp đồng bộ trong môđun thiết bị hợp khối.

Nước thải sau khi được khử trùng sẽ chảy về bể chứa nước thải đã xử lý để chảy ra rãnh thoát nước chung của khu vực.

5.2.3. XỬ LÝ BÙN

Bùn, cặn lắng ở ngăn lắng và từng ngăn xử lý sinh học sẽ được bơm về bể chứa bùn. Tại đây, dưới tác dụng của quá trình lên men yếm khí, phần lớn của cặn sẽ được khoáng hoá cùng với sự tạo thành một số sản phẩm phụ của quá trình lên men yếm khí CH_4 , NH_3 , H_2O , H_2S ..., thể tích của bùn

giảm một cách đáng kể. Mặt khác, tại đây men chế phẩm vi sinh DW-97H cũng được bổ sung nhằm đẩy nhanh quá trình phân huỷ bùn và diệt trừ các trứng giun sán cũng như các vi khuẩn gây bệnh chứa trong bùn trước khi thải ra môi trường. Bùn sau xử lý được định kỳ hút đi bằng xe vệ sinh. Phần nước tách ra từ bùn qua vách ngăn sẽ được bơm trở lại để tiếp tục xử lý.

5.3. DÂY CHUYỀN XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN THEO CÔNG NGHỆ MỚI

Việc lựa chọn số liệu để thiết kế hệ thống xử lý nước thải cho các bệnh viện được thực hiện dựa trên sự kết hợp của hai phương pháp sau:

- Căn cứ vào các số liệu khảo sát tại bệnh viện.
- Tính toán theo các công thức kinh nghiệm.

Các công thức kinh nghiệm này được thành lập dựa trên cơ sở những số liệu điều tra về nhu cầu tiêu thụ nước ở một số bệnh viện đa khoa tại Việt Nam và các nước đang phát triển. Đối với một bệnh viện đa khoa gồm N giường bệnh thì nhu cầu tiêu thụ nước là như trong bảng 5.1.

Bảng 5.1. Nhu cầu tiêu thụ nước tính trên một giường bệnh

Đối tượng	Số lượng	Nhu cầu tiêu thụ nước, lít/ngày
Bệnh nhân	N	$300 \div 350$
Các bộ công nhân viên	N	$100 \div 150$
Người nhà bệnh nhân	N	$50 \div 70$
Sinh viên thực tập và khách vãng lai	N	$20 \div 30$

Dựa vào công thức trên, từ số giường bệnh có thể suy ra lưu lượng nước thải. Vì vậy, các công thức kinh nghiệm không chỉ cho phép tính toán lưu lượng nước thải hiện tại mà còn có khả năng dự tính mức phát thải trong tương lai theo kế hoạch mở rộng của bệnh viện. Thông số thiết kế hệ thống xử lý nước thải phù hợp đối với mỗi bệnh viện được lựa chọn dựa trên số liệu tính theo công thức kinh nghiệm và các số liệu khảo sát thực tế. Việc lựa chọn có tính tới khả năng mở rộng của bệnh viện trong tương lai, do đó cho phép hệ thống hoạt động trong thời gian dài nhưng vẫn đảm bảo công suất, hiệu suất xử lý nước thải.

5.3.1 Dây chuyền công nghệ

Hệ thống xử lý nước thải bệnh viện được thiết kế nhằm đảm bảo các tiêu chuẩn sau:

Giảm nồng độ các tác nhân ô nhiễm xuống dưới mức cho phép theo Tiêu chuẩn Việt Nam.

- Phù hợp với điều kiện mặt bằng diện tích có hạn của các bệnh viện
- Phù hợp với khả năng đầu tư.

Theo số liệu khảo sát tại các bệnh viện, các tác nhân gây ô nhiễm chủ yếu có mặt trong nước thải bao gồm chất rắn lơ lửng (SS), các chất hữu cơ (BOD, COD) và các vi trùng gây bệnh với hàm lượng như trong bảng 5.2.

Bảng 5.2. Các chỉ tiêu ô nhiễm chủ yếu của nước thải bệnh viện

Chỉ tiêu	Khoảng giá trị	Giá trị điển hình
BOD ₅ , mg/l	120 ÷ 200	150
COD, mg/l	150 ÷ 250	200
SS, mg/l	150 ÷ 200	160
Tổng Coliform, MPN/100ml	10 ⁶ ÷ 10 ⁹	10 ⁶ ÷ 10 ⁷

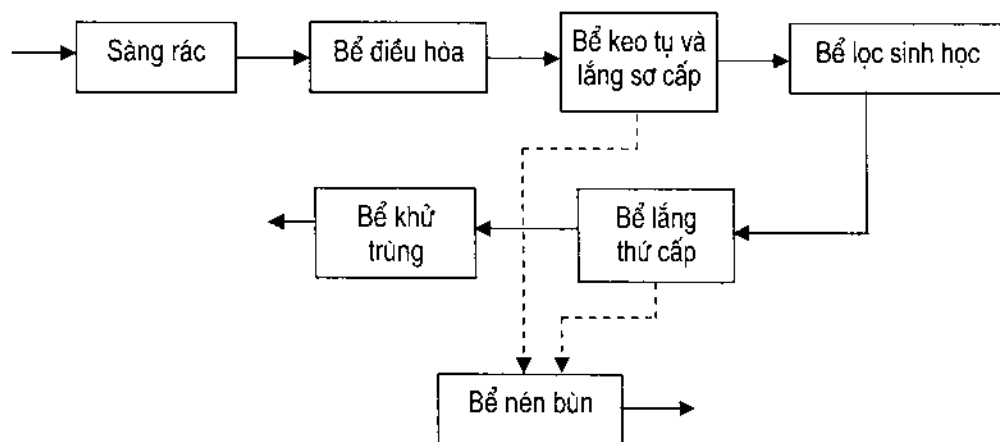
Như vậy, để giảm thiểu các tác nhân ô nhiễm trong nước thải bệnh viện, hệ thống xử lý được lựa chọn bao gồm các công đoạn sau:

- Công đoạn làm sạch cơ học sơ cấp: loại bỏ chất rắn lơ lửng (SS).
- Công đoạn xử lý sinh học: loại bỏ các chất hữu cơ dễ phân huỷ (BOD).
- Công đoạn làm sạch cơ học thứ cấp: loại bỏ chất rắn lơ lửng tạo ra trong công đoạn xử lý sinh học.
- Công đoạn khử trùng: loại bỏ các vi sinh vật gây bệnh.
- Công đoạn xử lý bùn: giảm thể tích bùn sinh ra trong các công đoạn làm sạch cơ học và xử lý sinh học.

Các thiết bị chính được tính toán trong dây chuyền xử lý nước thải bao gồm:

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Sàng rác. | 2. Bể điều hoà. |
| 3. Bể keo tụ và lắng sơ cấp. | 4. Thiết bị xử lý sinh học. |
| 5. Bể lắng thứ cấp. | 6. Bể xử lý bùn. |
| 7. Bể khử trùng. | |

Nước thải bệnh viện được xử lý giảm thiểu ô nhiễm theo sơ đồ như hình 5.2.



Hình 5.2. Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện

- dòng nước thải
- - - -> dòng bùn thải

5.3.2. Các thiết bị chính trong dây chuyền xử lý nước thải

5.3.2.1. Sàng rác

Sàng rác là thiết bị đầu tiên trong dây chuyền xử lý. Sàng được đặt trong hố thu gom nước thải, có tác dụng loại bỏ các tạp vật kích thước lớn cuốn theo nước. Các thông số sử dụng trong tính toán thiết bị này gồm có lưu lượng nước thải, tốc độ nước chảy qua sàng và kích thước của hố đặt sàng rác. Song chắn rác gồm các thanh kim loại thép không gỉ tiết diện 5 x 20mm đặt cách nhau $20 \div 50$ mm, vuông góc với dòng chảy với lưu lượng nước thải Q (m³/h). Vận tốc nước qua khe $V_{\max} < 1$ m/s.

Diện tích hữu ích của tấm sàng tính theo công thức:

$$F_c = \frac{Q_{\max}}{V} \quad (5.1)$$

5.3.2.2. Bể điều hòa

Bể có nhiệm vụ cân bằng lưu lượng và nồng độ nước thải nhằm đảm bảo hiệu suất cho các công đoạn xử lý tiếp theo.

Một đặc trưng của nước thải bệnh viện là hàm lượng BOD khá cao nên thường có mùi khó chịu do những khí sinh ra trong quá trình phân hủy của các chất hữu cơ. Trong bể điều hòa có lắp đặt hệ thống sục khí, ngoài nhiệm vụ khuấy trộn làm đồng đều nồng độ của các chất ô nhiễm còn có tác dụng khử bớt mùi nước thải.

Việc tính toán thiết kế bể điều hòa dựa trên các số liệu về lưu lượng nước thải, sự biến đổi của nồng độ các chất ô nhiễm và lưu lượng nước thải trong ngày.

Bể thường được thiết kế với chiều cao $1,5 \div 2$ m. Thể tích của bể điều hòa được tính như sau:

$$V_d = \frac{Q \cdot \tau}{\ln \frac{k_n}{k_n - 1}} \quad (5.2)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải m/h;

τ - thời gian tải đột biến;

k_n - hệ số dập tắt dao động đột biến của dòng nước thải;

$$k_n = \frac{C_{\max} - C_{tb}}{C_{cf} - C_{tb}} \quad (5.3)$$

ở đây $C_{\max}$, C_{tb} , C_{cf} - giá trị cực đại, trung bình và cho phép của nồng độ chất thải.

Có thể tính bề điều hoà theo công thức kinh nghiệm $V_d = 20\% \times Q$.

5.3.2.3. Bể keo tụ và lắng sơ cấp

Bể này được thiết kế dựa trên nguyên tắc hợp khối giữa thiết bị keo tụ và thiết bị lắng đứng. Việc kết hợp này cho phép tăng hiệu suất lắng lên 30% so với thiết bị lắng đơn.

Hoá chất được sử dụng là chất keo tụ PACN - 95 (sản phẩm của Liên hiệp Khoa học sản xuất Công nghệ Hoá học) có tác dụng làm keo tụ nhanh các chất lơ lửng trong nước thải với hiệu suất cao. Nhờ kết hợp sử dụng PACN - 95 trong công đoạn lắng sơ cấp mà hiệu suất lắng có thể đạt tới 85%.

Thiết bị được thiết kế trên cơ sở của bể lắng đứng có kết hợp ngăn phản ứng và ngăn tạo bông. Việc lựa chọn thiết bị lắng đứng là nhằm giảm diện tích mặt bằng của hệ thống xử lý, đảm bảo phù hợp với điều kiện của bệnh viện. Các thông số thiết kế chính bao gồm lưu lượng, hàm lượng SS của nước thải, tốc độ nước trong vùng lắng và thời gian lưu thuỷ lực tại các ngăn phản ứng, tạo bông và ngăn lắng. Đối với chất keo tụ PACN- 95, yêu cầu

thời gian lưu trong ngăn phản ứng là 5 phút, ngăn tạo bông là 20 phút và trong vùng lắng là 1h. Công thức thiết kế:

$$F = \frac{Q}{U_0} \quad (5.4)$$

trong đó: F - diện tích phân bề mặt cần thiết của bể lắng;

U_0 - tải trọng bề mặt riêng thường lấy $35 \text{ m}^3/\text{m}_2$.

5.3.2.4. Thiết bị xử lý sinh học, thiết bị hợp khối

Một đặc trưng quan trọng của nước thải bệnh viện là tỷ lệ BOD/COD > 0,5 và hàm lượng BOD dao động trong khoảng từ 120 ÷ 200 mg/l. Do đó để giảm lượng các chất hữu cơ có trong nước thải thì sử dụng phương pháp xử lý hiếu khí bằng vi sinh vật là thích hợp. Để phù hợp với điều kiện mặt bằng hạn hẹp của bệnh viện, thiết bị được lựa chọn trong công đoạn này là thùng lọc sinh học cao tải. Nguyên lý hoạt động của thùng dựa trên khả năng của các vi sinh vật sử dụng những chất hữu cơ chứa trong nước thải làm nguồn dinh dưỡng để sống và biến đổi chất, giải phóng ra các chất vô cơ vô hại. Hệ vi sinh vật phân huỷ chất hữu cơ được bao phủ trên bề mặt của lớp đệm. Đệm cấu tạo từ vật liệu polyvinylclorua dạng tấm được kết thành khối tạo diện tích bề mặt lớn và thuận tiện trong lắp đặt cũng như duy tu, bảo dưỡng. Nước thải được tưới liên tục xuống lớp đệm bằng hệ thống dàn quay phản lực. Oxy cần thiết trong quá trình oxy hoá các chất hữu cơ cũng được cung cấp liên tục nhờ máy nén và dàn ống sục khí. Quá trình vận hành của bể dựa trên nguyên tắc chuyển động ngược chiều của hai dòng khí và lỏng. Bùn vi sinh vật tạo ra được tách ở bể lắng thứ cấp và một phần được tuần hoàn.

Các thông số thiết kế chính bao gồm lưu lượng, nhiệt độ, hàm lượng BOD của nước thải, các đặc trưng của đệm, yêu cầu hiệu suất xử lý (hàm l-

ượng BOD dòng ra) và một số thông số lựa chọn khác. Hiệu suất khử BOD của thiết bị có thể đạt trên 80%.

Thiết bị được thiết kế theo các thông số như sau:

$$E = \frac{100}{1 + 0.4433 \sqrt{W/VF}} \quad (5.5)$$

trong đó: E - hiệu quả khử BOD của bể lọc sinh học ở 20°C , %;

W - tải trọng BOD của bể lọc hay tải lượng bùn, kg BOD/ngày;

V - thể tích vật liệu lọc. Đệm sinh học của V - 69 có đặc điểm diện tích bề mặt riêng $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

F - thông số tuần hoàn nước:

$$F = \frac{1 + R}{(1 + 0,1R)^2} \quad (5.6)$$

trong đó: R - hệ số tuần hoàn nước qua thiết bị sinh học: $R = Q_T/Q$

với Q_T - lượng nước tuần hoàn qua thiết bị sinh học.

Thực tế cho thấy, tải trọng chất hữu cơ qua thiết bị sinh học sẽ giảm nhanh khi tăng lượng nước tuần hoàn.

5.3.2.5. Bể lắng thứ cấp

Bể lắng thứ cấp được đặt ngay sau thiết bị lọc sinh học, có tác dụng tách các màng vi sinh vật lơ lửng tạo ra trong quá trình xử lý các chất hữu cơ. Bể cũng được thiết kế theo nguyên tắc của một thiết bị lắng đứng nhằm tiết kiệm mặt bằng. Các thông số chính được sử dụng trong tính toán là lưu lư-

ong nước thải, tốc độ nước trong vùng lắng và thời gian lưu thủy lực. Thời gian lưu được lựa chọn nhằm đạt tới hiệu suất yêu cầu là 1.5 h.

5.3.2.6. Bể khử trùng

Đây là thiết bị cuối cùng của hệ thống xử lý nước thải. Bể được đặt trước cống xả của bệnh viện nhằm diệt trừ các vi sinh vật gây bệnh có trong nước thải trước khi xả ra môi trường.

Hoá chất sử dụng trong khử trùng là clo, được bơm định lượng vào bể để hoà trộn với nước thải. Bể được thiết kế theo nguyên tắc khuấy trộn thủy lực nhờ các vách ngăn, đảm bảo sự tiếp xúc tốt giữa clo lỏng với nước thải. Các thông số chính sử dụng trong thiết kế là lưu lượng nước thải và thời gian lưu của nước trong bể. Để đạt tới hiệu suất diệt trùng trên 90%, yêu cầu thời gian tiếp xúc giữa clo với nước thải là 30 phút. Liều lượng clo sử dụng được tính theo chỉ số coli.

5.3.2.7. Bể nén bùn

Bể được đưa vào dây chuyền xử lý nhằm làm giảm thể tích bùn tạo thành trong các công đoạn xử lý cơ học và sinh học. Việc thiết kế bể cũng dựa trên nguyên tắc của một thiết bị lắng đứng. Các thông số được sử dụng là tổng thể tích bùn tạo thành, độ ẩm, tỷ trọng bùn, thời gian lưu và vận tốc nước bùn trong vùng lắng. Nhờ thiết bị này, thể tích bùn có thể giảm tới 4 lần. Bùn sau khi nén có thể sử dụng để cải tạo đất hoặc làm phân hữu cơ.

Ngoài các thiết bị chính kể trên, các bộ phận phụ trợ trong dây chuyền xử lý như hệ thống bơm, đường ống, máy nén khí, hệ thống pha trộn dung dịch khử trùng... cũng được tính toán và lựa chọn để tạo nên một dây chuyền hoạt động đồng bộ, ăn khớp. Hiệu suất xử lý của dây chuyền có thể đạt được từ 85 ÷ 90%, trong khi hiệu suất yêu cầu để nước thải bệnh viện đạt tới loại A TCVN – 5945-1995 và mức I theo TCVN 6772-2000.

5.3.3. Các thông số thiết kế

5.3.3.1. Thông số vào

Lưu lượng: 300m³/ngày đêm và 500m³/ngày đêm

BOD₅: 200 mg/l

COD: 300 mg/l

SS: 200 mg/l

Tổng *Coliform*: 10⁶ MPN/100ml

5.3.3.2. Tiêu chuẩn nước thải ra

Lưu lượng: 300m³/ngày đêm và 500m³/ngày đêm

BOD₅: ≤ 20 mg/l

COD: ≤ 50 mg/l

SS: ≤ 100 mg/l

Tổng *Coliform* ≤ 5.000 MPN/100ml

5.3.3.3. Công thức

a) Bể lắng sơ cấp, thứ cấp, nén bùn

$$D = [(4 \times Q) / (\pi \times q_r)]^{1/2} \quad (5.7)$$

$$H = t \times q_r / 24 \quad (5.8)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải Q(m³/h);

D - đường kính bể;

H - chiều cao làm việc của bể;

q_T - tải trọng bề mặt bể;

t - thời gian lưu của nước thải (bùn thải) trong bể, t , q_T - thông số xác định trên cơ sở thực nghiệm.

b) Bể khử trùng

Thể tích bể:

$$V = Q \times t / 24 \quad (5.9)$$

c) Bể sinh học cao tải

$$\lg(L_1/L_2) = \alpha \times H \times B^{0.6} \times K_1/q^{0.4} + \beta \quad (5.10)$$

trong đó: L_1 - hàm lượng BOD dòng vào, mg/l;

L_2 - hàm lượng BOD dòng ra, mg/l;

B - hệ số cấp khí, m³ khí/m³ nước thải;

q -tải trọng bề mặt đệm;

K_1 - Hằng số nhiệt α ;

β - tra bảng.

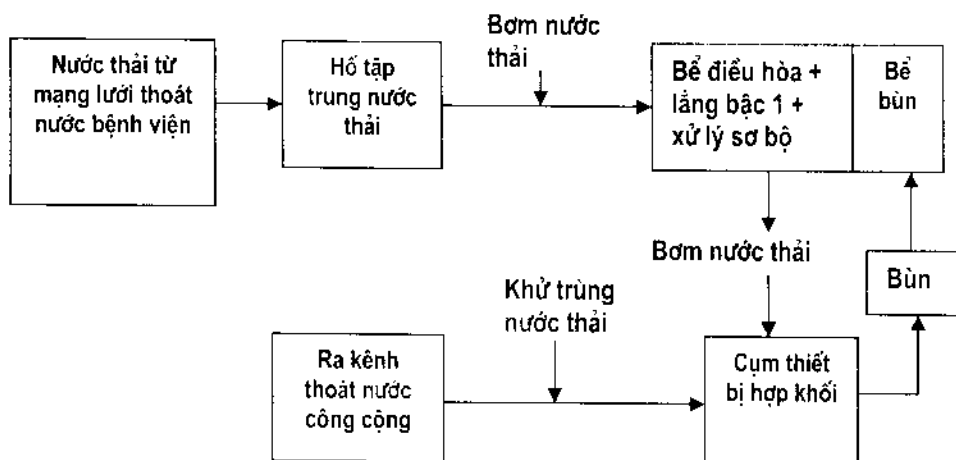
Diện tích bề mặt cần thiết của bể được tính:

Nếu không có tuần hoàn: $S = Q/q$, nếu có tuần hoàn $S = Q \times (R+1)/q$

5.4. TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI THEO CÔNG NGHỆ MỚI

5.4.1. Mô tả thiết bị

Trạm xử lý nước thải công suất 500 m³/ngày đêm được thiết kế theo sơ đồ dây chuyền công nghệ như trong hình 5.3.



Hình 5.3. Sơ đồ dây chuyền công nghệ trạm xử lý nước thải

Trong đó: chức năng của các thiết bị xử lý hợp khối kiểu V69 là xử lý sinh học, lắng bậc hai bản mỏng và khử trùng nước thải.

Ưu điểm của thiết bị V69 là tăng khả năng tiếp xúc của nước thải với oxy nhờ lớp đệm vi sinh có độ rỗng bề mặt trao đổi rất lớn và nhờ đó quá trình oxy hóa đạt hiệu quả cao.

Một số thông số kỹ thuật của lớp đệm vi sinh của thiết bị V69:

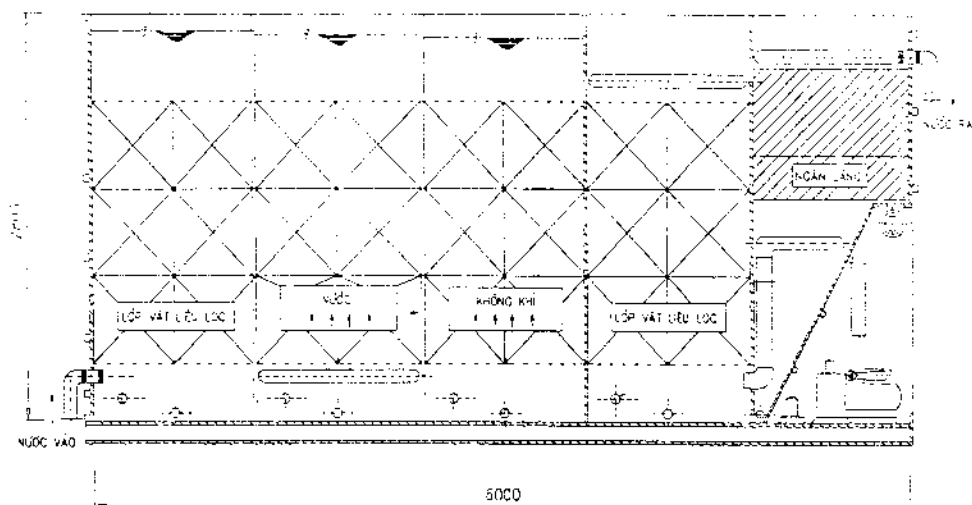
- Độ rỗng: 98%.
- Bề mặt riêng: $180 - 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$.
- Kích thước khối: $60 \times 60 \times 60 \text{ cm}$.

Thiết bị hợp khối V69 gồm ba loại V69 - N, V69 - M và V69 - Nb. Cấu tạo nguyên lý hoạt động của mỗi loại này tuy khác nhau nhưng có thể làm việc độc lập hoặc ghép nối với nhau. Sau đây chúng tôi xin giới thiệu cụ thể từng thiết bị đó.

5.4.1.1. Thiết bị V69 - M

Kích thước ngoài: Rộng $\times$ dài $\times$ cao: 2,35 m $\times$ 6,05 m $\times$ 2,92 m;

Thể tích chứa nước: 32,30 m³



Hình 5.4. Sơ đồ thiết bị V69 - M

Thiết bị được chia làm 5 ngăn riêng biệt, 4 ngăn có chức năng xử lý sinh học theo các bậc khác nhau, 1 ngăn có chức năng lắng. Ngoài ra còn có một khoang nhỏ đặt máy bơm, bảng điều khiển phía đầu thiết bị.

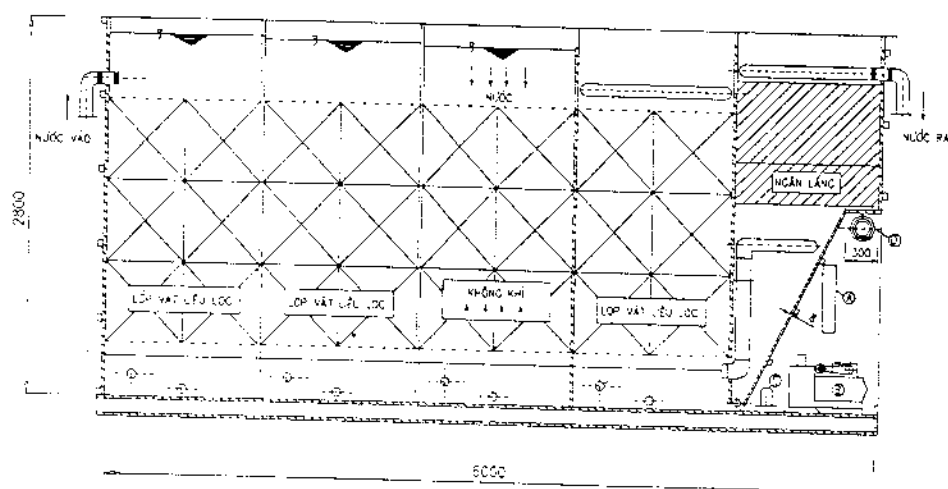
Bên trong thiết bị có bố trí các hệ thống phân phối nước và thu nước bằng các giàn ống có đục lỗ với tổng tiết diện lỗ bằng 300 lần tiết diện mặt cắt ngang của ống. Điều này cho phép nước phân phối đều trên bề mặt của đệm và tránh hiện tượng tắc.

Nước thải và không khí có chứa oxy trong V69 - M hoà trộn theo nguyên tắc cùng chiều và qua lớp đệm, oxy của không khí được phân phối theo sơ đồ mạng tinh thể. Các hạt nước và không khí được phân chia nhỏ dần khi đi qua đệm. Khả năng tiếp xúc giữa nước và không khí lúc này là lớn nhất nhờ đó các quá trình oxy hóa diễn ra rất mạnh thông qua hoạt động của các loại vi sinh vật hiếu khí.

5.4.1.2. Thiết bị V69 - N

- Kích thước ngoài: Rộng $\times$ dài $\times$ cao: 2,35 m $\times$ 6,05 m $\times$ 2,92 m.

-Thể tích chứa nước: 32,30 m³.



Hình 5.5. Sơ đồ thiết bị V69 - N

Thiết bị V69 - N cũng được cấu tạo giống như V69 - M: Có 5 ngăn riêng biệt, 4 ngăn có chức năng xử lý sinh học theo các bậc khác nhau và 1 ngăn

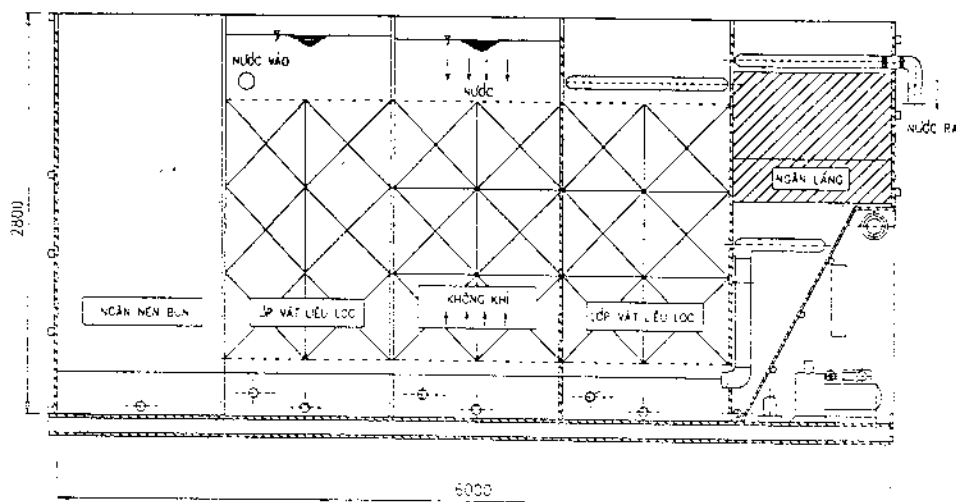
có chức năng lắng. Ngoài ra còn có một khoang nhỏ đặt máy bơm, bằng điều khiển phía đầu thiết bị.

Nước thải và không khí được hoà trộn theo nguyên tắc ngược chiều: không khí có chứa oxy được thổi từ dưới lên nhờ hệ thống phân phối khí, nước thải được tưới từ trên xuống nhờ hệ thống phân phối nước. Qua lớp đệm nước thải được dàn đều trên bề mặt và tiếp xúc với oxy. Các hạt nước và không khí cũng được phân nhỏ theo nguyên tắc mạng tinh thể và tăng hiệu quả tiếp xúc.

5.4.1.3. Thiết bị V69 - Nb

Kích thước ngoài: Rộng × dài × cao: 2,35 m × 6,05 m × 2,92 m.

Thể tích chứa nước: 24,5 m³.



Hình 5.6. Sơ đồ thiết bị V69 - Nb

Thiết bị V69 - Nb cũng được cấu tạo giống như V69 - N: Có 5 ngăn riêng biệt. 3 ngăn có chức năng xử lý sinh học theo các bậc khác nhau. 1 ngăn dùng để chứa, nén bùn sinh học và 1 ngăn có chức năng lắng.

- Về nguyên tắc phân phối khí và nước, V69 -Nb cũng giống như V69 - N. Ngăn nén bùn của thiết bị V69 - Nb được chia làm nhiều ngăn nhỏ để tăng hiệu quả lắng đọng bùn, phần nước trong sau khi nén bùn được tràn sang ngăn oxy hoá sinh học, một phần để tiếp tục xử lý, một phần để cung cấp lượng bùn hoạt tính giúp tăng hiệu quả quá trình xử lý mới. Bùn được tập trung về ngăn nén bùn bằng một hệ thống bơm bùn.

Các thiết bị trên làm việc có hiệu quả và phát huy được hết công suất là nhờ vào khối bể điều hòa và xử lý sơ bộ kết hợp ngăn nén bùn, xử lý bùn.

Toàn bộ khối bể có kích thước: Dài $\times$ rộng $\times$ sâu = 15m $\times$ 4m $\times$ 4,3m.

Bể chia làm bốn ngăn:

1. Ngăn thu nước thải.
2. Ngăn nén bùn, lên men bùn.
3. Ngăn điều hoà và xử lý sinh học sơ bộ bậc 1.
4. Ngăn điều hoà và xử lý sinh học sơ bộ bậc 2.

Nước thải sau khi tập trung về hố thu cuối cùng của bệnh viện được bơm vào ngăn thu của bể điều hoà. Tại đây nước thải có thể được hoà trộn chế phẩm vi sinh DW- 97 - II (men xử lý nước thải bệnh viện). Sau đó nước thải chảy tràn sang ngăn điều hoà và xử lý sơ bộ bậc 1 với dung tích khoảng 75 m³. Nước thải được xử lý sơ bộ bằng phương pháp sục khí tương tự như một bể aeroten thông dụng. Thời gian nước thải lưu lại trong bể đủ để một số quá trình oxy hoá diễn ra và hình thành bùn hoạt tính. Tiếp theo nước thải được xử lý tiếp ở ngăn xử lý bậc 2. Tổng thể tích điều hoà và xử lý sinh học của cả hai ngăn là khoảng 150 m³. Tại ngăn xử lý bậc hai này, nước thải

được bơm lên thiết bị xử lý container hợp khối nhờ một hệ thống gồm 3 bơm nước thải. Nước thải được phân phối đều vào các container nhờ các van điều chỉnh lưu lượng.

Để cho quá trình xử lý sinh học đạt hiệu quả cao cần phải bổ sung *men xử nước thải bệnh viện DW - 97H*, một sản phẩm qua quá trình hợp tác nghiên cứu, sản xuất giữa Liên hiệp Khoa học sản xuất Công nghệ hoá học và Viện Công nghệ sinh học thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Thời gian và liều lượng bổ sung được hướng dẫn cụ thể ở phần xử lý bằng vi sinh.

5.4.2. Hướng dẫn vận hành trạm xử lý nước thải

5.4.2.1. Giới thiệu máy móc thiết bị

Trạm xử lý nước thải bệnh viện gồm có các loại máy sau:

- Máy bơm nước thải: 4 chiếc.
- Máy thổi khí: 2 chiếc.
- Máy bơm bùn: 2 chiếc.
- Bộ hoà trộn, bơm định lượng hoá chất: 1 bộ.
- Bảng điều khiển + bộ van phao + role tự động: 1 bộ.

a) Máy bơm nước thải

* Các thông số: $Q = 12 \text{ ử } 20 \text{ m}^3/\text{h}$; $H = 10 \text{ ử } 4 \text{ m}$; $N = 1,2 \text{ kW}$, 380V

Máy hiệu Nocchi sản xuất tại Italia.

* Đặc tính: Máy bơm thuộc loại bơm chìm, cánh hở. Khe hở của bánh xe công tác có thể cho phép bùn, sạn đi qua. Toàn bộ thân, vỏ máy được chế

tạo bằng inox, riêng bánh xe công tác được chế tạo bằng hợp kim chống ăn mòn.

* Lắp đặt: 1 máy bơm được lắp tại hố thu nước thải, có nhiệm vụ vận chuyển nước thải ra bể điều hòa do điều kiện địa hình, nước thải bơm không thể tự chảy được. Độ chênh cao trình giữa hố thu và bể điều hoà không lớn nên lưu lượng của bơm đạt khoảng $20 \text{ m}^3/\text{h}$.

3 máy bơm còn lại được lắp tại bể điều hoà: 2 máy làm việc và 1 máy dùng để dự phòng. Do độ chênh cao trình giữa bể điều hoà và thiết bị xử lý V69 lớn Cộng thêm khoảng cách xa nên phải dùng $2 \div 3$ bơm vận hành mới đạt lưu lượng tính toán. Các máy bơm này được nối với hệ thống van phao tự động cho phép tự động bơm khi có nước thải và tự động ngắt khi nước thải ít.

b) Máy thổi khí

* Các thông số:

a. Máy thổi khí 1: $Q = 4,5 \text{ m}^3/\text{phút}$; $H = 6 \text{ m}$; $N = 7,5 \text{ kW}$. 380 V

b. Máy thổi khí 2: $Q = 6 \text{ m}^3/\text{phút}$; $H = 6 \text{ m}$; $N = 11 \text{ kW}$. 380 V

*Đặc tính: Máy thổi khí thuộc loại đặt trên cạn (air - blower) hoạt động trên nguyên tắc chèn ép thể tích bằng bánh răng. Do đặc tính trên cần đặt máy ở nơi không bụi và thường xuyên vệ sinh ống lọc bụi không khí để tránh ăn mòn bánh răng.

* Lắp đặt: Do hoạt động trên nguyên tắc chèn ép thể tích nên máy thổi khí gây tiếng ồn (độ ồn của máy theo tài liệu là 78 dB). Để khắc phục điều này máy được thiết kế đặt trong hố tiêu âm, cách âm gồm các vật liệu hút âm, cách âm như xốp, bông thủy tinh.

Hai máy thổi khí được đấu chung vào mạng ống phân phối khí đến từng thiết bị và bể điều hoà. Trước khi hoà vào mạng phân phối, dòng khí phải đi qua hệ thống xiphông và van một chiều để tránh hiện tượng nước thải sục ngược vào máy thổi khí. Trên các đường ống có lắp đặt các van khóa của từng ngăn xử lý và nhánh khí vào từng thiết bị. Có các thiết bị van phao tự động tại các máy thổi khí. Chế độ làm việc tự động của phao theo mực nước trong bể điều hoà.

c) Máy bơm bùn

* Các thông số: $Q = 1,2 \text{ ÷ } 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$; $H = 20 \text{ ÷ } 10 \text{ m}$; $N = 0,45 \text{ kW}$, 230 V

Máy hiệu NOCCHI, sản xuất tại Italia.

* Đặc tính: Máy bơm thuộc loại bơm đặt trên cạn, khe hở và tính chất chịu ăn mòn của bánh xe công tác đảm bảo vận chuyển bùn sinh học với độ ẩm khoảng 98 %. Do máy đặt tại cốt âm nên thao tác không cần mỗi bơm.

* Lắp đặt: Trong khối thiết bị xử lý có lắp đặt hai máy bơm bùn, với mục đích hút bùn từ các ngăn xử lý sinh học về ngăn nén bùn. Ngoài ra một lượng bùn hoạt tính được bơm tuần hoàn về ngăn đầu tiên hoà trộn với nước thải chưa được xử lý. Để điều khiển hoạt động của bơm bùn. Một hệ thống van khoá hoàn chỉnh đã được lắp đặt, chi tiết vận hành nêu ở phần sau.

d) Hệ thống hoà trộn, bơm định lượng hoá chất

*Đặc điểm: Hệ thống hoà trộn, bơm định lượng hóa chất được lắp đặt đồng bộ và chia làm 2 ngăn riêng biệt, dùng để bơm hoá chất vào nước thải. Hệ thống hòa trộn gồm hai bơm: một bơm dùng để tuần hoàn hóa chất, thay cho máy khuấy trộn thường được dùng trong trường hợp này. Sự hòa trộn, tuần hoàn này cho hiệu quả hòa trộn cao hơn và tiết kiệm năng lượng. Một bơm khác dùng để bơm hóa chất hòa trộn với nước thải theo một lưu lượng nhất định.

*Thông số:

a. Bơm khuấy trộn: $Q = 1,2 \pm 3 \text{ m}^3/\text{h}$; $H = 10 \pm 5 \text{ m}$; $N = 0,45 \text{ kW}$, 230V

Bơm hiệu NOCCHI - PURA DOM, sản xuất tại Italia. Bơm được trang bị hệ thống chịu ăn mòn trong môi trường hóa chất.

b. Bơm định lượng hoá chất: $Q = 4 \pm 5 \text{ l/h}$; $H = 5 \text{ m}$, $N = 0,2 \text{ kW}$, 230V

Bơm được sản xuất tại Tây Ban Nha.

* Lắp đặt: Hai bơm trên được lắp đồng bộ trên một thùng inox, bên trong gồm hai thùng nhựa đựng hoá chất có hệ thống nắp kín. Hệ thống bơm trộn và bơm định lượng được nối với bảng điều khiển bằng 2 hệ thống công tắc riêng.

5.4.2.2 Các chế độ vận hành

Trạm xử lý nước thải bệnh viện gồm hai cụm công trình xử lý: bể điều hoà, xử lý sơ bộ và bể xử lý sinh học kết hợp lắng, khử trùng.

Hệ thống xử lý sinh học hợp khối được đánh dấu bằng ký hiệu A, B, C, D, E trên sơ đồ vận hành. Mỗi van điều khiển được đánh ký hiệu riêng.

Khi xây dựng công trình này, chúng tôi đã thiết kế riêng một hệ thống điều khiển gồm hai chế độ: chế độ vận hành tự động và chế độ vận hành bằng tay. Chế độ vận hành tự động dựa vào hệ thống van phao lắp đặt sẵn trong bể, theo mức nước trong bể để điều khiển các máy. Chế độ này cho phép tiết kiệm điện năng và nhân công khi vận hành.

a) Vận hành bơm nước thải

Tại công trình này có hai hệ thống bơm nước thải riêng biệt: Một hệ thống bơm từ hố thu về bể điều hoà và hệ thống bơm từ bể điều hoà lên các thiết bị xử lý:

* Máy bơm nước thải từ hố thu về bể điều hoà:

- Mở van tại hố thu. Tại bảng điều khiển, gạt về vị trí NC (nhân công) và ấn nút MB₂ (màu xanh). Điều cần chú ý khi điều khiển ở chế độ nhân công là luôn theo dõi mực nước tại hố thu, tránh hiện tượng cạn nước trong hố thu dẫn tới cháy máy bơm.

- Khi dừng vận hành máy bơm, tại vị trí MB₂, ấn nút màu đỏ.

* Máy bơm nước thải từ bể điều hoà lên thiết bị:

- Mở toàn bộ van ký hiệu N₁, N₂, N₃ trên đường ống đẩy của máy bơm tại vị trí bể điều hoà. Các van N₁, N₂, N₃ này có tác dụng điều khiển khi từng máy bơm làm việc riêng hoặc khi tháo từng bơm để bảo dưỡng.

- Mở toàn bộ hệ thống van T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, trên đường ống đẩy của máy bơm tại vị trí container. Các van này dùng để điều chỉnh lượng nước vào từng thiết bị xử lý và đóng lại khi một thiết bị cần bảo dưỡng, vệ sinh.

- Tại vị trí đặt bảng điều khiển (thùng A), đặt chế độ NC (nhân công) và ấn nút MB₁ (màu xanh) - khởi động hệ thống máy bơm. Khi hệ thống bơm làm việc, đèn tín hiệu màu xanh bật sáng.

- ở chế độ vận hành nhân công, luôn để ý tới mực nước trong bể điều hoà, tránh cạn n

- Để tắt hệ thống bơm, ấn nút màu đỏ tại vị trí MB₁.

b) Vận hành hệ thống máy thổi khí

- Trạm xử lý nước thải được trang bị 2 máy thổi khí (air-blower). Một máy có công suất 7,5 kW và một máy có công suất 11 kW. Theo thiết kế máy có thể hoạt động ở hai chế độ: chế độ tự động và chế độ điều khiển bằng nhân công:

- Ở chế độ điều khiển tự động, hệ thống máy khí được hoạt động trên cơ sở mực nước có trong bể điều hoà nhờ bộ van phao.

- Hai máy thổi khí được nối vào hệ thống phân phối khí dẫn đến từng ngăn thiết bị qua hệ thống van điều chỉnh. Mỗi nhánh khí chính đều có van tổng (ký hiệu $K_1, K_2, \dots$) dùng đóng cắt khi bảo dưỡng và điều chỉnh lưu lượng không khí theo nhu cầu tiêu thụ oxy của mỗi cụm thiết bị.

- Trước khi vận hành máy thổi khí, cần kiểm tra các hệ thống van khí để ở vị trí mở. Nếu vận hành máy khí các van đều đóng sẽ gây ra hiện tượng quá tải cho động cơ máy thổi khí dẫn đến cháy động cơ hoặc phá huỷ khớp nối mềm trên đường ống khí do áp suất quá cao.

- Các van điều chỉnh khí của từng ngăn thiết bị (ký hiệu $A_{K_1}, B_{K_2}, \dots$) là loại van gạt, điều chỉnh nhanh và được chỉnh sẵn theo một góc từ $45^\circ - 60^\circ$. Khi vận hành chỉ cần điều chỉnh van tổng khí của từng cụm và đường ống dẫn ra bể điều hoà (các van có ký hiệu $K_1, K_2, \dots$) tùy theo lưu lượng nước thải và chất lượng nước thải để đưa ra chế độ điều khiển thổi khí. Khi nước thải có lưu lượng lớn hoặc đậm đặc thì điều chỉnh cho lượng khí ra bể điều hoà nhiều hơn (bằng cách điều chỉnh van K_6) để giảm bớt tải cho các thiết bị xử lý hợp khối. Khi lượng nước ít thì lượng khí ra bể điều hoà sẽ ít đi hoặc có thể khóa hẳn van K_6 .

- Khi vận hành máy thổi khí ở chế độ điều khiển bằng tay, trên bảng điều khiển ấn nút MK_1 hoặc MK_2 màu xanh (hoặc có thể ấn cả hai nút khi

giờ cao điểm). Đèn tín hiệu làm việc sẽ báo (đèn màu xanh). Khi dừng thổi khí, ấn nút màu đỏ tại vị trí MK_1 , MK_2 tương ứng, đồng thời đèn tín hiệu tắt.

c) Vận hành hệ thống máy bơm bùn

Chức năng của hệ thống máy bơm bùn là vận chuyển lượng bùn sinh học với độ ẩm cao ($\approx 98\%$) về ngăn nén bùn và hồi lưu, hoà trộn bùn với nước thải mới. Để thực hiện các chức năng này, chúng tôi đã lắp đặt 2 máy bơm bùn và hệ thống các van hút, van đẩy.

Hệ thống ống hút bùn được phân theo từng nhánh chính cho mỗi thiết bị, mỗi nhánh chính có 3 - 4 ống hút nối với từng ngăn. Trên mỗi ống hút từng ngăn có đặt van (ký hiệu Ab_2 , $Bb_1, \dots$) và trên mỗi nhánh đều có van tổng (ký hiệu B_1 , $B_2, \dots$).

Hệ thống ống đẩy được dẫn tới đầu nước vào của thiết bị và cũng có van điều chỉnh (ký hiệu BH_1 , $BH_2, \dots$).

Các van trên ống hút ở mỗi ngăn của thiết bị được điều chỉnh theo lượng bùn có ở từng ngăn, mỗi lần chỉ hút ở một nhánh, các nhánh khác phải đóng van tổng. Các nhánh của ống hút được nối chung với nhau và nối vào ống hút của máy bơm bùn.

Ví dụ: Khi vận hành máy bơm bùn số 1, các van Ab_1 , $Ab_2, \dots, Ab_4$; $Bb_1, \dots, Bb_3$ đã được mở nhưng ta chỉ làm việc với từng nhánh nên ta đóng van B_2 , chỉ hút bùn ở thùng A, sau đó ta lại mở van B_2 rồi mới được đóng van B_1 , lúc này ta hút bùn ở thùng B. Trên đường ống đẩy của máy bơm bùn 1, ta đều mở các van BH_1 , BH_3 để bùn có thể trộn với nước thải thùng A và C. Sau 1 thời gian khoảng 5 - 7 phút ta mở van BH_2 để bùn trở về ngăn nén tại thùng B. Lúc này ta có thể đóng van BH_1 , BH_3 .

Máy bơm bùn số 1 có đường ống hút nối vào thùng A và B, đường ống đẩy nối vào thùng A, B, C. Máy bơm bùn số 2 có đường ống hút nối vào thùng C, D, E và đường ống đẩy nối vào thùng D, E. Về chế độ vận hành máy bơm bùn số 2 cũng giống như máy bơm bùn số 1, hút từng ngăn và đẩy vào từng ngăn nhưng chủ yếu vẫn là vào ngăn nén bùn. Khi lượng bùn của ngăn nén đầy, phân nước trong có mật độ lượng vi sinh vật cao sẽ tràn sang ngăn nước thải đầu vào ở thùng B, D.

Mỗi ngày vận hành hệ thống bơm bùn một lần vào giờ cao điểm của nước thải để tận dụng lượng bùn hoạt tính có chứa vi sinh vật hoà trộn với nước thải đầu vào. Thời gian vận hành khoảng 15 ữ 25 phút tùy theo lượng bùn được sinh ra (do tính chất của nước thải).

Hệ thống bơm bùn phải được vận hành bằng tay, không có chế độ tự động. Khi vận hành, ấn nút HB màu xanh trên bảng điều khiển. Khi làm việc đèn tín hiệu ở vị trí HB bật sáng. Khi dừng vận hành ấn nút màu đỏ tại vị trí HB.

Cần chú ý là khi vận hành hệ thống bơm bùn thì phải có ít nhất là các van trên một nhánh hút được mở và trên đường ống đẩy cũng phải có một van mở để không gây quá tải, cháy động cơ làm hỏng bơm.

d) Vận hành hệ thống máy bơm hoà trộn, định lượng hóa chất

Hệ thống pha trộn hoá chất được cấu tạo gồm hai bơm hoà trộn, hai bơm định lượng tách riêng và hai thùng hoá chất.

Hoá chất khử trùng có thể dạng bột hoặc nước, trước khi được bơm vào để khử trùng nước thải hóa chất phải qua quá trình pha loãng để đảm bảo liều lượng nhất định, không gây độc hại và lãng phí hoá chất.

Khi sử dụng bột clorua vôi: đổ đầy 3/4 nước sạch vào bình nhựa, dung tích của bình khoảng 40 lít, sau đó đổ bột clorua vôi vào và bật máy bơm hoà trộn. Đậy nắp thùng nhựa trước khi bật máy bơm hoà trộn.

Liều lượng clo đưa vào nước thải khoảng 3 mg/l.

Với công suất bơm định lượng 4 - 5 l/h.

Công suất xử lý của hệ thống 20 - 25 m³/h.

Trung bình 1 lít dung dịch clorua vôi dùng cho 5 m³ nước thải.

Để có hàm lượng clo 3 mg/l cần có 15 g clo cho 5 m³ nước thải

Lượng clo chiếm trong bột clorua vôi khoảng 70 %, do đó cần 20 g bột clorua vôi hoà trong 1 lít dung dịch cho 5 m³ nước thải.

Với dung tích thùng 30- 35 lít. Mỗi lần pha 600 g bột clorua vôi.

Trong quá trình vận hành, ta có thể để hàm lượng clo nhỏ đi bằng cách vận nút điều chỉnh trên bơm định lượng. Tuỳ theo cách điều chỉnh, từ 1 - 2 ngày ta phải pha trộn bột clorua vôi 1 lần.

Trong quá trình vận hành cần luôn chú ý không để thùng hóa chất cạn nước khi bơm định lượng làm việc.

Trên bảng điều khiển trung tâm có để nút điều khiển bơm hòa trộn chung cho cả hai bơm và trên hai bơm cũng có công tắc riêng để bật - tắt. Vận hành bơm trộn hoá chất từ 5 - 10 phút để hoà trộn thật đều rồi mới tắt. Sau đó mới bật bơm định lượng.

5.4.2.3. Yêu cầu vận hành và khắc phục sự cố

a) Chuẩn bị nước thải cho trạm

Để cho thiết bị làm việc có hiệu quả thì nhiệm vụ của người vận hành cần phải kiểm tra quan sát lượng nước thải được gom về bể 2.

Trước đó phải xử lý bằng men sinh học, ở đây dùng chế phẩm DW 97-H.

DW97-H được người vận hành đổ vào các nhà vệ sinh trước khi vận hành trạm thời gian tối thiểu là 72h để có thời gian vi sinh phát triển tạo thành màng.

b) Vận hành trạm xử lý

Yêu cầu trước khi chạy máy: Người vận hành phải quan sát nguồn điện, nguồn nước thải, kiểm tra van đầu ra của các thiết bị như van của các máy bơm nước thải, van của các máy thổi khí.

- Bật aptomat tổng ở tủ điều khiển, đóng cánh tủ điều khiển lại.

- Nhấn nút xanh, BN₁, BN₂ để cho hai trạm bơm nước thải 1 và 2 làm việc bơm vào các thiết bị xử lý.

Khi nước thải được bơm đầy vào bể điều hoà thì khởi động máy thổi khí 1 và 2 để cấp không khí sục đều ở các ngăn của bể điều hoà và điều chỉnh các van khí trên các cục thiết bị có van vào từng ngăn nhỏ của thiết bị sao cho không khí được sục đều toàn bộ các ngăn (nhấn nút xanh trên bảng điều khiển có chữ TK₁ TK₂).

Song song đó máy bơm (MB₂) hoạt động để cung cấp nước thải từ bể điều hoà vào các thiết bị xử lý quá trình này nước thải được cấp liên tục vào các ngăn của thiết bị theo các đường thông nhau và tới ngăn lắng tràn qua đường ống thoát ra ngoài chảy vào đường thoát chung nước thải đã xử lý sạch đi ra ngoài.

- Bước sau cùng là vận hành máy bơm hoà trộn hoá chất và bơm định lượng, bơm hoá chất vào các ngăn nước thải ra ngoài 1 lượng hoá chất để điều chỉnh pH của nước ra và khử trùng làm giảm lượng *Coliform* trong nước thải trước khi ra ngoài rãnh thoát chung.

c) Bảng điều khiển thiết bị làm việc

- Trên các tủ điện có ghi rõ hai chế độ làm việc là nhân công và tự động.
- Người vận hành phải lưu ý là khi nào cần làm việc gián đoạn (nhân công) và khi nào để chế độ tự động.

- Tại toàn bộ các trạm xử lý đều có lắp các hệ thống phao điện tự động để phục vụ cho các máy bơm MB₁ và MB₂. Cùng hệ thống cấp hoá chất gồm bơm hoà trộn và bơm định lượng hoá chất. Nhìn chung về nguyên lý là để ở chế độ tự động. Khi nước thải về bể thu gom đầy tới vạch trên phao điện nổi cả hai phao thì bơm (BN₁) tự đóng và nước thải được đưa về bể điều hoà, khi ở ngăn số 3 bể điều hoà đã đầy thì phao điện hoạt động cho trạm bơm 2 hoạt động và nước thải được cấp vào các thiết bị xử lý.

- Khi nào nguồn nước ở bể gom cạn đến mức thấp nhất (min) thì phao điện cắt máy bơm (BN₁) sẽ dừng, đồng thời ở bể điều hoà cũng vậy. Nếu nước trong bể cạn đến mức thấp thì phao điện cắt điện (BN₂) sẽ ngừng bơm cấp cho thiết bị xử lý.

- Máy thổi khí: ở các trạm thường đặt 1 đến 2 máy thổi khí tùy theo công suất của máy phải phù hợp với lượng nước cần xử lý. Máy thổi khí được lắp đặt song song để tiện cho việc thao tác lượng khí cần thổi phù hợp với lượng nước cần xử lý. Máy thổi khí được làm việc theo sự vận hành của người thao tác, trên các trạm thông thường sục khí cho bể điều hoà và thiết bị xử lý. Theo thời gian từ 3 ÷ 5 lần/ ngày đêm mỗi lần sục khí từ 30 ÷ 45 phút.

Thường ta sục ba lần vào các buổi sáng, chiều, tối. Mỗi lần kéo dài 30 phút.

Trong điều kiện nước thải đặc mùi, màu nhiều thì tăng số lần sục khí lên từ 4 ÷ 5 lần/ngày đêm.

Bơm định lượng hoá chất

Cần định lượng hoá chất theo tỷ lệ hoá chất được hoà trộn ở hai thùng trong thiết bị. Sau đó bật bơm DL_1 và DL_2 cho bơm hoá chất vào ngăn lắng trước đường ống thoát ra ngoài của nước đã xử lý.

Nếu như nước thải ở bệnh viện có pH không ổn định thì cho bơm định lượng hoá chất (DL_2) để điều chỉnh pH nước đầu ra thiết bị.

d) Những sự kiện cần chú ý và cách khắc phục

- Trường hợp nguồn nước thải quá ít không đủ cho thiết bị làm việc thì bước đầu đưa nước sạch bơm đầy vào các ngăn của thiết bị rồi sau đó đóng bớt van cấp nước vào từng cục thiết bị và tiến hành chạy gián đoạn từng cục thiết bị.

Chú ý: Không được để khô lớp đệm sinh học trong thiết bị.

- *Máy thổi khí*: nguyên lý của máy thổi gió là có tiếng thổi khí lớn gây tiếng ồn lớn. Máy thổi khí cần có hệ thống giảm ồn và đường ống thoát phải thoáng để cấp khí thổi vào các ngăn của thiết bị tránh hiện tượng quá tải của máy. Trong quá trình thổi khí người vận hành cần chú ý tới các van khí vào các ngăn.

Mở các van khí vào các ngăn từ nhỏ đến lớn theo chiều đầy của đường khí thổi. Nếu máy thổi công suất lớn cho chạy một máy, cần thiết mới chạy hai máy.

Cần điều chỉnh các van cho lượng không khí thổi đều ở tất cả các ngăn kể cả ở bể điều hoà, rồi sau đó đánh dấu cỡ mở van ở tay van và để ở vị trí đó.

Sau các lần thổi khí vào thiết bị ta dừng máy thổi ở vị trí mở các van vì trước máy thổi khí đã có đặt xiphông và van một chiều trên đáy xiphông.

Khi van một chiều có tiếng kêu lách cách cần lưu ý là do khí thổi chưa đủ áp lực thắng lực cản của nước chèn ở cánh chắn của van khi đó ta tập trung khí cho vào một điểm cần thổi hoặc xả e không khí trong ống và nước ở sau van hay mở kiểm tra cánh chắn của van bị kẹt bẩn cần mở nắp van, lau sạch và chỉnh vít chỉnh ở cánh van cho khỏi rờ, rồi vặn vào như cũ.

Thường xuyên định kỳ bổ sung dầu tránh hết dầu gây cháy máy.

- *Đối với máy bơm nước thải*: Chú ý khi bơm hoạt động cần mở van thoát dầu đẩy của bơm, trước khi bật công tắc bơm. Định kỳ kiểm tra không để chất xơ bám kín lỗ bơm. Không được để bơm chạy không có nước.

- *Máy bơm bùn*: Chỉ làm việc theo định kỳ $3 \div 5$ ngày bơm 1 lần. Hút hết bùn lắng bên dưới đáy các ngăn vào ô chứa bùn để nén bùn lắng xuống nước trong ở trên trở lại ngăn lắng sinh học, bùn nén được bơm bùn 2 đưa ra bể chứa bùn cạnh bể điều hoà.

Chú ý: Tất cả các ngăn bùn luôn luôn phải để bùn bơm vào đáy ở thiết bị. Không được để khô các ngăn trên để gây tắc đường ống của bơm bùn.

- *Thùng hoá chất và bơm định lượng*

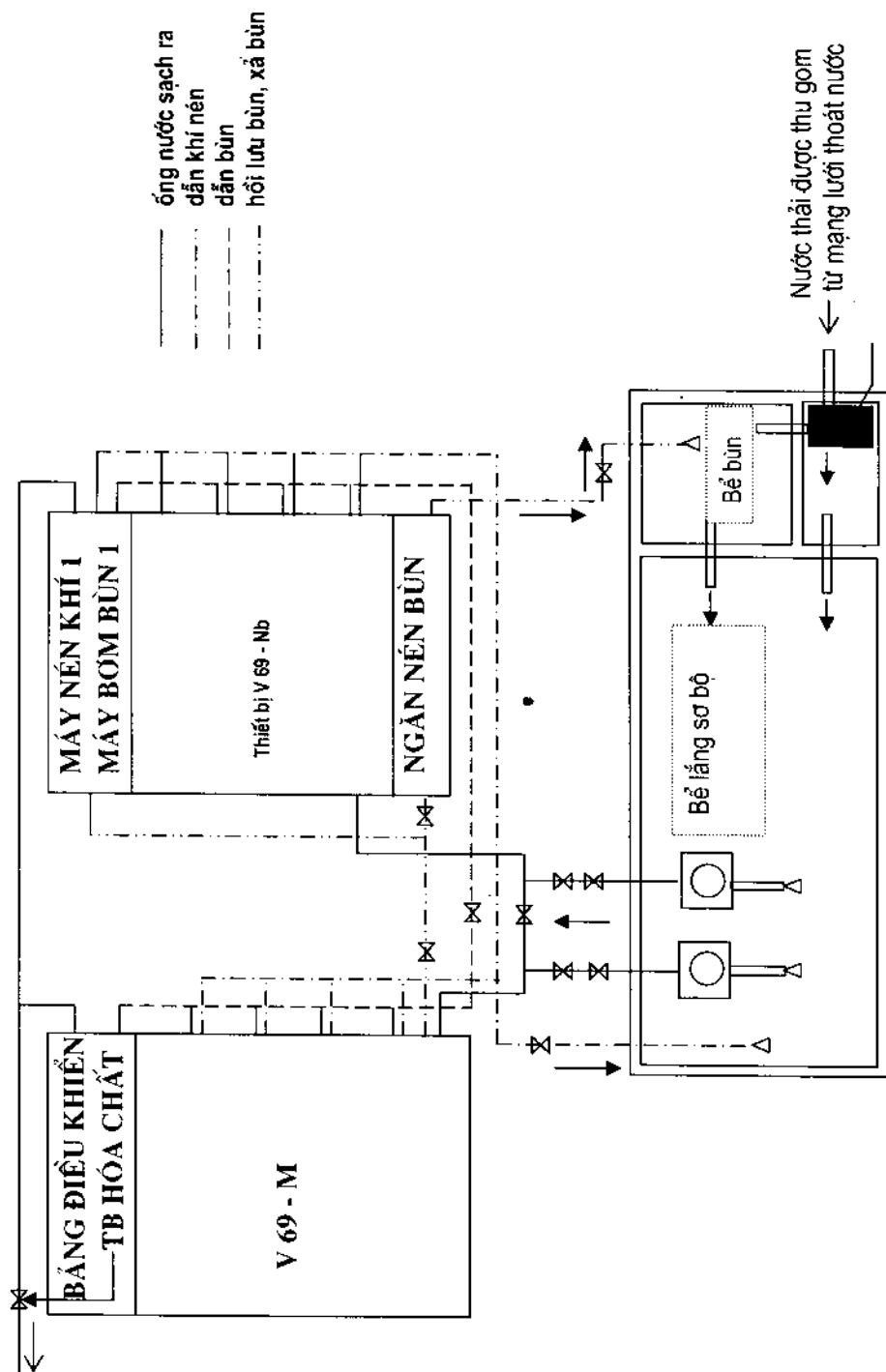
1 thùng hóa chất phụ trợ điều chỉnh pH.

1 thùng hoà dung dịch clo để khử trùng nước thải ra ngoài.

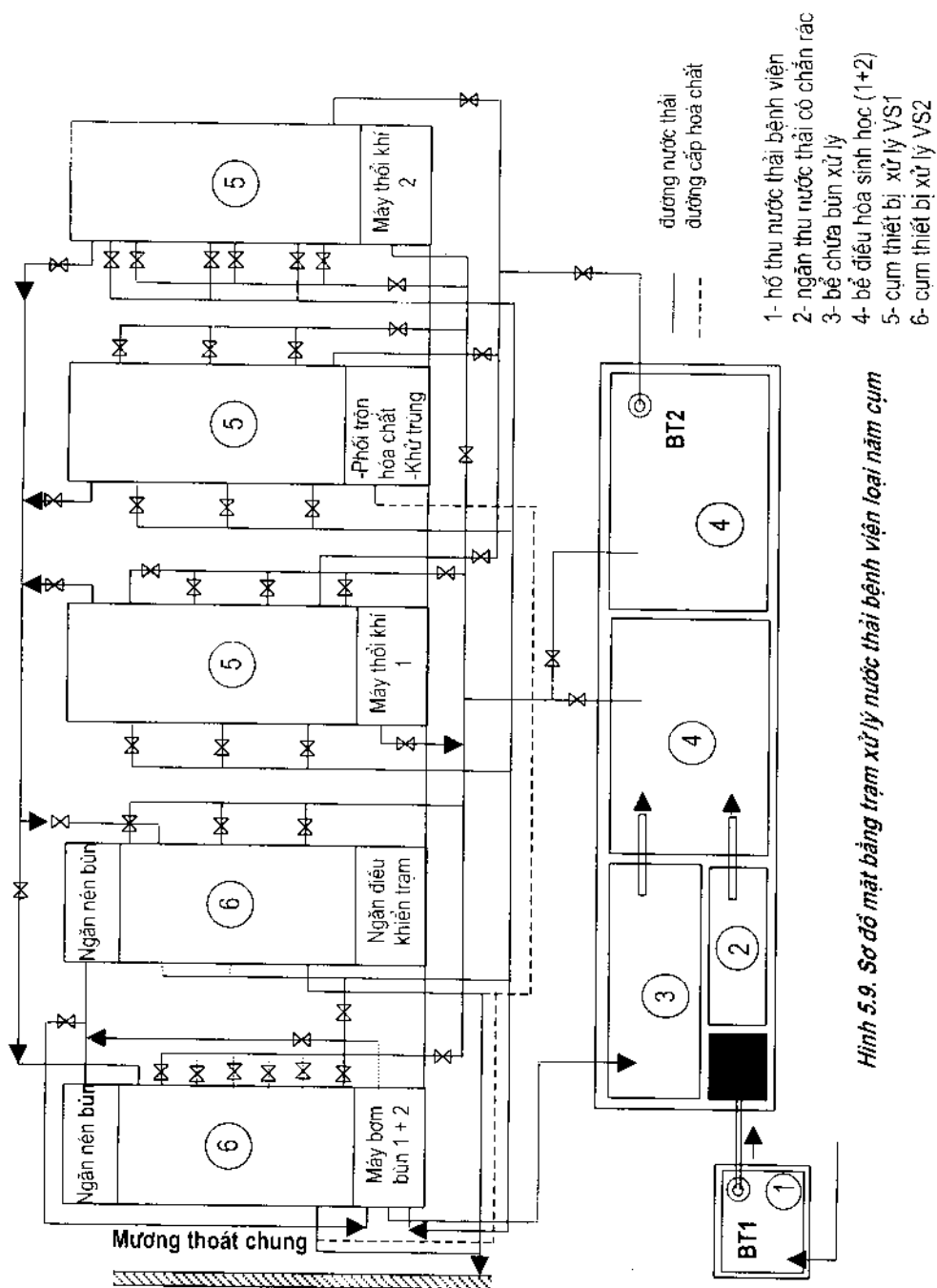
2 bơm định lượng dùng bơm hoá chất từ thùng chứa vào ngăn lắng của thiết bị trước khi đưa nước thải ra ngoài.

Chú ý: Phải có dung dịch hoá chất trong thùng mới bật bơm định lượng. Chính xác tỷ lệ phần trăm theo đúng lượng hóa chất được tính theo bảng phẩy trăm hóa chất.

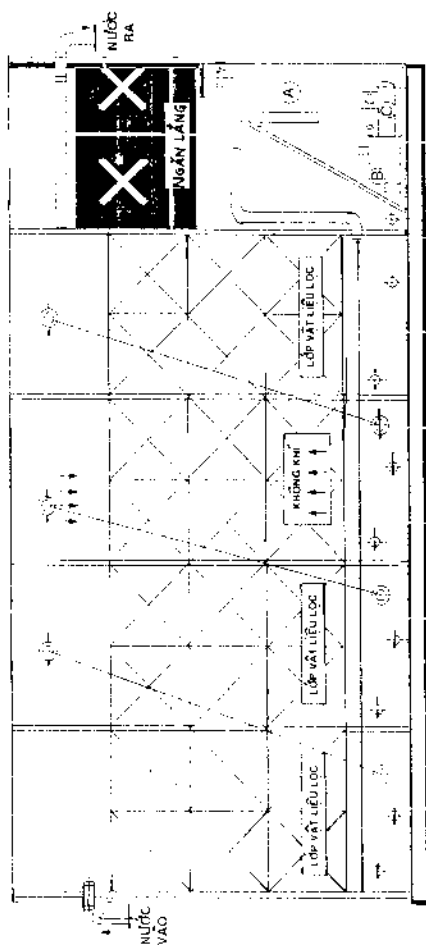
- *Bể điều hoà*: Tùy theo lượng nước thải và độ ô nhiễm của nước ta có thể sử dụng thêm một số hoá chất trợ lắng để khử các kim loại nặng và chất cặn cơ học ngay trong bể điều hoà.



Hình 5.8. Sơ đồ mặt bằng trạm xử lý nước thải loại hai cụm



Hình 5.9. Sơ đồ mặt bằng trạm xử lý nước thải bệnh viện loại năm cụm



Hình 5.10. Mô hình hợp khối xử lý nước thải V69

A- bảng điều khiển; B- máy bơm bùn; C- máy thổi khí

5.4.3. Men xử lý chất thải DW - 97 H và chất keo tụ PACN-95 để xử lý nước thải bệnh viện theo công nghệ mới

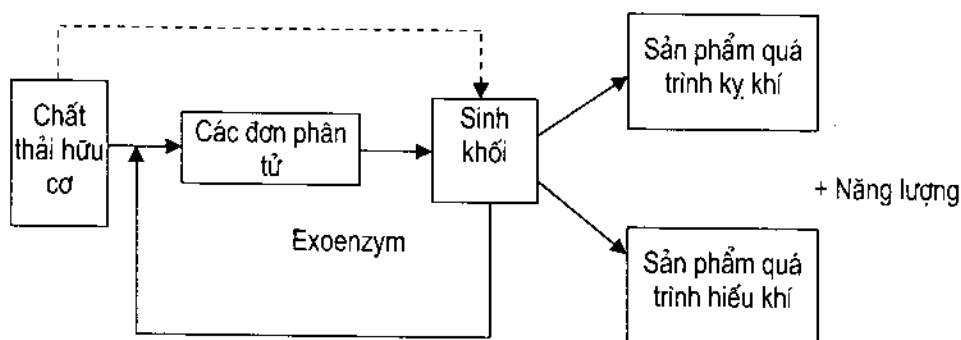
5.4.3.1. Men xử lý chất thải DW-97 H

a) **Mục tiêu:** mục tiêu xử lý đối với mỗi loại nước thải là khác nhau. Do có những đặc thù riêng nên mục tiêu của xử lý nước thải bệnh viện là giảm thiểu hàm lượng các chất hữu cơ, loại bỏ các vi sinh vật gây bệnh và trong một số trường hợp còn là loại bỏ các nguyên tố vi lượng độc hại (kim loại nặng, độc tố...).

Giảm thiểu hàm lượng các chất thải hữu cơ

Một trong các giải pháp xử lý chất thải hữu cơ đơn giản, rẻ tiền và hiệu quả là xử lý sinh học. Quá trình xử lý sinh học các chất thải hữu cơ chủ yếu dựa vào vai trò hoạt động của các vi sinh vật hoại sinh.

Vi sinh vật có vai trò to lớn trong chu trình chuyển hoá vật chất, năng lượng nói chung và trong quá trình xử lý chất thải hữu cơ nói riêng. Để hiểu rõ vai trò đó chúng ta sẽ xem xét sơ đồ sau:



Chất thải hữu cơ là các hợp chất cao phân tử vừa khó tan, vừa khó tiêu như xenluloza, tinh bột, protein, lipid.... trước tiên được chuyển thành các đơn phân tử dễ tan, dễ hấp thụ là các đường đơn, các axit amin, axit hữu cơ... Đó chính là các phản ứng thủy phân, được xúc tác bởi các enzym ngoại bào của vi sinh vật, các enzym ngoại bào đó là: xenluloza, proteaza, amilaza, lipaza...

Các đơn phân tử được các vi sinh vật hấp thụ để làm nguyên liệu cho sinh tổng hợp tế bào mới (biomas), để oxy hoá thu nhận năng lượng sống đồng thời giải phóng một phần năng lượng ở dạng nhiệt và các sản phẩm trao đổi chất ra môi trường:

- Nếu là quá trình trao đổi chất kỵ khí thì sản phẩm là CO_2 , CH_4 , rượu axit hữu cơ, H_2S , N_2 ...

- Nếu là quá trình trao đổi chất hiếu khí thì sản phẩm là CO_2 , H_2O , NH_3 , NO_3^- ...

Như vậy chất thải hữu cơ trước tiên bị thủy phân sau đó qua một loạt các phản ứng đồng hoá và dị hoá để trở thành sinh khối riêng vi sinh vật, các chất vô cơ và năng lượng tự do dạng nhiệt.

Giải pháp để nâng cao hiệu suất xử lý chất thải hữu cơ

Nhìn lại sơ đồ trên, chúng ta thấy rằng:

- Giai đoạn 1 có ý nghĩa đặc biệt quan trọng và tính quyết định đối với mọi quá trình xử lý chất thải hữu cơ hiếu khí hay kỵ khí.

- Giai đoạn 1 đòi hỏi phần lớn, trên 90 - 95% thời gian của quá trình xử lý bởi vì:

* Hầu hết các enzym ngoại bào theo cơ chế cảm ứng cơ chất vì vậy đòi hỏi nhiều thời gian cho quá trình cảm ứng và sinh tổng hợp.

* Để tổng hợp được các enzym ngoại bào đòi hỏi phải có đủ các điều kiện như nhiệt độ, pH, độ ẩm, năng lượng và các axit amin trên cơ sở chúng vi sinh vật có các gen mã hoá các enzym đó.

* Vi sinh vật có sẵn trong khối chất thải hữu cơ cho dù đã có gen mã hoá enzym nhưng chưa qua tuyển chọn nên hoạt lực chưa thực sự cao.

* Giai đoạn 2 có cả sự trao đổi chất của những chủng không có enzym ngoại bào nên thời gian nhanh hơn nhiều so với giai đoạn 1.

Như vậy, biện pháp đẩy nhanh quá trình ở giai đoạn 1 chính là chìa khoá rút ngắn quá trình xử lý. Vì vậy việc bổ sung tập hợp các vi sinh vật sinh tổng hợp enzym ngoại bào có hoạt lực thuỷ phân cao (kể cả kỵ khí và hiếu khí) vào hệ thống xử lý sinh học các chất thải hữu cơ sẽ đẩy nhanh tốc độ xử lý lên nhiều lần.

Loại bỏ các sinh vật gây bệnh

Khác biệt với các biện pháp hoá lý, biện pháp sinh học để loại bỏ các sinh vật gây bệnh bằng việc sử dụng các vi sinh vật đối kháng với vi sinh vật gây bệnh, sử dụng các chất có hoạt tính sinh học từ nguồn sinh vật sẽ rẻ và an toàn hơn. Tuy nhiên biện pháp sinh học khó có thể nhanh và triệt để như các biện pháp hoá lý. Các vi sinh vật được lựa chọn định hướng (có sinh kháng sinh...) và các chất có hoạt tính sinh học đặc hiệu khi sử dụng để xử lý nước thải bệnh viện sẽ đóng vai trò tích cực trong việc loại bỏ các vi sinh vật gây bệnh và các ký sinh trùng đường ruột (trùng giun, sán).

Xuất phát từ các mục tiêu trên đây, được sự hỗ trợ của Ban chỉ đạo Quốc gia về cung cấp nước sạch và vệ sinh môi trường, các cán bộ nghiên cứu của Liên hiệp Khoa học sản xuất Công nghệ hoá học và Viện Công nghệ Sinh học thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã phối hợp nghiên cứu thành công các chế phẩm men xử lý bể phốt DW 97 và sau đó là men xử lý chất thải bệnh viện DW 97-H (Digester of waste for Hospital, 1997). DW

97- H được sử dụng đi kèm với công nghệ lọc sinh học cao tải và thiết bị mô đun hợp khối như một yếu tố không thể thiếu.

b) Thành phần

DW97 - H là tổ hợp của các vi sinh vật hữu hiệu (nấm sợi, nấm men, xạ khuẩn và vi khuẩn), các enzym thủy phân ngoại bào (amilaza, xenlulaza, proteaza, lipaza), các thành phần dinh dưỡng và một số hoạt chất sinh học.

c) Vai trò tác dụng

- DW97 - H có khả năng phân hủy nhanh các chất thải hữu cơ cao phân tử (tinh bột, xenluloza, protein và lipid) trong bể phốt tự hoại và trong hệ thống nước thải bệnh viện thành các chất đơn phân tử. CO_2 , CH_4 , NH_4 , NO_3^- ... vô hại.

- DW97 - H còn có khả năng tiêu diệt trứng giun ký sinh và một số vi sinh vật gây bệnh đường tiêu hóa của người.

-DW97 - H hoàn toàn vô hại đối với người, vật nuôi và cây trồng.

-DW97 - H tham gia thủy phân nhanh các cao phân tử khó tan, khó tiêu thành các đơn phân tử dễ tan, dễ tiêu. Sinh khối hình thành trong quá trình hoạt động sẽ bám vào hệ đệm vi sinh vật và đóng vai trò như bùn hoạt tính sinh học nhưng tốc độ xử lý nhanh hơn nhiều lần.

d) Cách sử dụng

Đổ DW97 - H hàng ngày (có thể hàng tuần) theo cách phân bố đều vào bệt của các nhà vệ sinh của bệnh viện, xả nước cho chế phẩm trôi xuống các bể tự hoại và vào hệ thống thu gom nước thải, liều lượng sử dụng được tính toán phù hợp với lượng bệnh nhân (số giường bệnh) hay lưu lượng nước thải trung bình của mỗi bệnh viện. Theo như số liệu đã được tính toán thì cứ 1 m^3 nước thải bệnh viện trong một ngày cần sử dụng 2 g DW97 - H. Như vậy

đối với một bệnh viện có lượng nước thải khoảng 300 m³/ngày đêm thì một ngày cần sử dụng một gói 600 g DW 97 - H.

e) Bảo quản

DW97-II được bao trong túi polietylen hai lớp, trọng lượng 600 g/túi, các túi đựng trong thùng cactông 30 - 50 kg đảm bảo chống chuột, gián. Để nơi khô mát và sử dụng trong thời hạn 2 năm.

5.4.3.2. Chất keo tụ PACN-95

a) Thành phần

Trong lĩnh vực xử lý nước (nước sạch và nước thải), việc sử dụng chất keo tụ và trợ keo tụ là một phương pháp công nghệ được ứng dụng rộng rãi nhằm loại các cặn bẩn (cặn không tan) ra khỏi nước. Hàm lượng cặn trong nước sinh hoạt không được vượt quá qui định theo tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế.

Cặn bẩn trong nước thiên nhiên thường là các hạt cát, sét, bùn (phù sa), sinh vật phù du, sản phẩm phân huỷ các chất hữu cơ... Cặn bùn trong nước thải công nghiệp thường cũng rất đa dạng, tùy thuộc vào từng ngành sản xuất cụ thể. Các cặn này tồn tại trong nước dưới dạng huyền phù, hoặc ở thể keo. Bằng phương pháp lắng thông thường chỉ có thể tách loại được các loại cặn lớn có kích thước lớn hơn 10⁻⁴ mm (với thời gian lắng trung bình khoảng 2 h). Các hạt cặn có kích thước rất nhỏ (< 10⁻⁴ mm) hầu như rất khó lắng, để tách loại chúng một cách hiệu quả cần thiết phải sử dụng phương pháp keo tụ.

Bản chất của phương pháp là đưa vào nước cần xử lý một số chất keo tụ. Khi hoà tan vào trong nước các chất màng tạo thành hạt keo, các chất này liên kết với cặn bẩn (theo cơ chế hoá học - hoá lý) thành các bông cặn lớn và

tụ lắng. Nhằm nâng cao hơn nữa hiệu quả lắng tách người ta dùng thêm chất trợ keo tụ. Hiệu quả xử lý bằng phương pháp keo tụ thường phụ thuộc nhiều vào các yếu tố như bản chất của chất keo tụ và chế độ công nghệ.

Những yếu tố công nghệ ảnh hưởng đến quá trình keo tụ gồm:

- Độ pH.
- Thành phần của các cation, anion trong nước.
- Nhiệt độ của nước.
- Nồng độ chất keo tụ đưa vào.
- Điều kiện khuấy trộn tạo bông cặn.
- Tốc độ phối trộn chất keo tụ - nước.
- Nồng độ, tính chất các chất lơ lửng trong nước.

Như vậy, để tăng hiệu quả của quá trình keo tụ cần xác lập chế độ công nghệ cho từng trường hợp cụ thể.

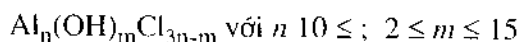
Chất keo tụ làm trong nước PACN - 95 là một chất keo tụ mới, hiệu quả dùng cho xử lý nước thích hợp với điều kiện Việt Nam. Chất keo tụ PACN - 95 đã được Cục Sở hữu trí tuệ cấp bằng độc quyền giải pháp hữu ích số HI-0174 ngày 16/8/1997 với ngày ưu tiên 23/10/1995.

Chất keo tụ làm trong nước PACN - 95 có thành phần gần đúng như sau:

- PAC (với $Al_2O_3 \geq 30\%$): $\geq 75\%$.
- Xanthan gum biến tính: $7 \div 10\%$.
- Chitosan biến tính: $2 \div 3\%$.
- Các chất phụ trợ: $12 \div 16\%$.

• **PAC**

Thành phần chính của nó là PAC tức polyalumin clorua. Đây là một polyme vô cơ của muối nhôm với trọng lượng phân tử khoảng vài trăm dalton và có công thức tính như sau:



Có nhiều loại thương phẩm PAC. Một loại PAC nhập ngoại có ký hiệu PAC-250 AD ở dạng bột ngâm nước rất dễ tan trong nước có thành phần tính chất sau:

Al_2O_3 % ≥ 30

Fe%: Max. 0,03

As, ppm: Max.20

Mn, ppm: Max.75

Cd, ppm: Max.6

Pb, ppm: Max.30

Hg, ppm: Max.0,6

Độ kiềm, ppm: 50,0 + 5,0

Tỷ trọng, 25°C: 0,85 + 0,05

Các đặc tính của chất keo tụ PAC

Tính keo tụ cao thể hiện ở chỗ dễ tạo huyền phù và phân tán ở thể keo trong nước để sinh ra bông cặn nhanh chóng lắng xuống tách khỏi nước.

Đơn giản trong sử dụng: dễ vận chuyển, bảo quản, định lượng (vì bột dễ hoà tan) và cần bồn chứa nhỏ hơn nhiều so với phèn nhôm do nồng độ Al_2O_3 hoạt hoá cao hơn.

Giảm nhiều hoặc không cần chất trợ kiềm do pH xấp xỉ trung tính.

Hiệu quả trong vùng pH rộng, tác dụng ở cả nhiệt độ thấp.

Hiệu quả xử lý nước lợ: xử lý nước với độ đục cao, kể cả nước thải trong trường hợp tương tự.

- **Xanthan gum và chitosan**

Trong công nghệ xử lý nước tiên tiến người ta nói đến các polyme sinh học xanthan gum và chitosan như là những chất polyelectrolyt có tác dụng tăng cường quá trình keo tụ làm trong nước. Trong thời gian 1992 - 1994 Liên hiệp Khoa học sản xuất Công nghệ Hoá học đã chủ trì kỹ thuật trong việc thực hiện dự án P cấp nhà nước sản xuất polyme sinh học xanthan gum phục vụ khai thác dầu khí. Đã xây dựng được dây chuyền công nghệ sản xuất sản phẩm này.

Chitosan tên gọi một loại polyme sinh học khác thu nhận từ chitin. Chitin thu được qua quá trình khử canxi và chất khoáng, khử protein của vỏ tôm - một sản phẩm của các nhà máy sản xuất tôm đông lạnh. Viện Hoá học thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã đề xuất phương pháp sản xuất chitosan và xây dựng được dây chuyền sản xuất

- **Các chất phụ trợ**

Các chất phụ trợ là những chất có tác dụng ổn định độ pH, tạo màu kết tủa, trợ keo tụ và oxy hoá một số thành phần hữu cơ. Có thể sử dụng các chất sau: KMnO_4 , NaCr_2O_7 , natri polyanginat, CaCO_3 , CaO , NaHCO_3 , $\text{FeCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$...

Như vậy về bản chất, PACN-95 là tổ hợp của các chất đều có tác dụng phục vụ cho quá trình keo tụ, do đó gây nên một hiệu ứng cộng hưởng làm cho quá trình nhanh hơn.

b) Xác định liều lượng PACN - 95 cần dùng

Liều lượng PACN-95 cần dùng được tính theo độ đục của nước cần xử lý. Như ta đã biết độ đục của nước là do sự có mặt trong nước của các chất không tan, các chất keo tụ có nguồn gốc hữu cơ, vô cơ gây ra. Nước bề mặt bị đục là do phù sa, bùn, axit silicic, sắt hydroxyt, nhôm hydroxyt, các keo hữu cơ gây ra. Việc đo độ đục là cần thiết đối với việc đánh giá chất lượng

nước bề mặt. Để xác định độ đục có thể dùng máy đo độ đục hoặc máy so màu.

Theo tính toán của chúng tôi hàm lượng chất keo tụ PACN-95 trung bình cần dùng để xử lý nước cấp tính theo độ đục như trong bảng 5.3 [để so sánh chúng tôi đưa cả lượng phèn nhôm $Al_2(SO_4)_3$ thường dùng].

Tuy nhiên đối với nước thải bệnh viện việc sử dụng PACN-95 trong quá trình xử lý chỉ áp dụng trong những trường hợp cần thiết để lắng sơ bộ nhanh và hạn chế khả năng gây tắc hệ đệm vi sinh vật trong thiết bị lọc và khi đó hàm lượng sử dụng ít hơn nhiều so với số liệu bảng 5.3.

Bảng 5.3. Lượng PACN - 95 tính theo độ đục

TT	Độ đục, mg/l	PACN - 95, g/m ³	$Al_2(SO_4)_3$, g/m ³
1	100 ÷ 200	4,00	18 ÷ 30
2	200 ÷ 400	4,75	24 ÷ 40
3	400 ÷ 600	6,00	28 ÷ 45
4	600 ÷ 800	7,25	33 ÷ 55
5	800 ÷ 1.000	8,50	36 ÷ 60
6	1.000 ÷ 1.400	9,75	39 ÷ 65
7	1.400 ÷ 1.800	11,00	45 ÷ 75
8	1.800 ÷ 2.400	13,00	52 ÷ 80
9	2.400 ÷ 3.000	15,00	60 ÷ 100

c) Cách sử dụng

PACN-95 được sử dụng rất đơn giản, chỉ cần thả vào nước rồi khuấy nhẹ. Việc sử dụng PACN-95 trong hệ thống xử lý nước thải bệnh viện theo công nghệ lọc sinh học cao tải và thiết bị lọc modul hợp khối sẽ được hướng dẫn chi tiết trong phần hướng dẫn sử dụng thiết bị.

d) Bảo quản

PACN-95 được bảo quản trong túi PE hai lớp để chống ẩm và để nơi khô mát. Trọng lượng 1 kg và 25 kg.

Chương VI

THỰC TRẠNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN Ở VIỆT NAM VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA CÁC CÔNG NGHỆ ĐANG ÁP DỤNG

6.1. THỰC TRẠNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN Ở VIỆT NAM

Theo kết quả điều tra của dự án “Quy hoạch tổng thể mạng lưới bệnh viện” năm 2001 ở nước ta có 970 bệnh viện với 117.562 giường bệnh, trong đó: bệnh viện nhà nước chiếm 98,5% còn lại 1,5% là bệnh viện tư nhân (bao gồm cả bệnh viện 100% vốn nước ngoài, các bệnh viện liên doanh). Số bệnh viện tư nhân là 14 bệnh viện với 928 giường bệnh (bảng 6.1).

Bảng 6.1. Hệ thống bệnh viện ở Việt Nam

Loại bệnh viện	Số lượng	Số giường bệnh
Bệnh viện đa khoa trung ương	11	6.430
Bệnh viện chuyên khoa trung ương	20	5.510
Bệnh viện đa khoa tỉnh	107	35.639
Bệnh viện chuyên khoa tỉnh	188	23.463
Bệnh viện huyện	569	41.805
Bệnh viện ngành	75	4.715
Cộng	970	117.562
Trạm y tế xã	10.257	45.303

Về mặt quản lý phân cấp như sau:

- 31 bệnh viện gồm 11 bệnh viện đa khoa (BVĐK), 2 bệnh viện y học cổ truyền (BVYHCT), 18 bệnh viện chuyên khoa (BVCK) do Bộ Y tế quản lý.

- 864 bệnh viện gồm 107 BVĐK tỉnh, 46 BVYHCT, 142 BVCK và 569 bệnh viện huyện, thị xã (BVH) do địa phương (tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương) quản lý.

- 75 bệnh viện do các bộ, ngành khác quản lý (BVN)...

Dựa trên các số liệu ở bảng 6.1 thì số giường bệnh tính trung bình trên 10.000 dân là 20, còn số giường bệnh trung bình để xét quy mô của các loại bệnh viện như sau:

BVĐK Trung ương	550 giường
BVCK Trung ương	268 giường
BVĐK tỉnh	400 giường
BVCK tỉnh	156 giường
BV huyện	104 giường
BV ngành	125 giường
BV tư nhân	62 giường

Theo kết quả khảo sát trong thời gian 1997 - 2002 của chúng tôi thì định mức sử dụng nước tính trên giường bệnh như bảng 6.2.

Bảng 6.2. Định mức sử dụng nước tính theo giường bệnh

Đối tượng	Số lượng/ngày	Nhu cầu tiêu thụ nước, l/ngày
Số giường bệnh	N	300 - 350
Số cán bộ công nhân viên	$(0,8 - 1,1)N$	100 - 150
Người nhà bệnh nhân	$(0,9 - 1,3)N$	50 - 70
Sinh viên thực tập, khách	$(0,7 - 1)N$	20 - 30
Tổng số nước dùng thực tế	$(3,4 - 4,4)N$	470 - 600
Tính cả nhu cầu phát triển		650 - 950 l/giường/ngày

Từ lượng nước sử dụng đó sinh ra nước thải. Nước thải bệnh viện gồm ba nguồn chính như sau:

Nước thải từ các phòng điều trị, từ các phòng xét nghiệm (giải phẫu bệnh, huyết học, truyền máu, lau rửa sau các ca mổ, khoa lấy) đây là nguồn tạo ra các chất thải nguy hại.

Nước thải chứa các hoá chất (trong đó: có các hoá chất độc hại) sinh ra từ các phòng dược như các loại thuốc, vacxin, huyết thanh, dung môi hữu cơ, hoá chất xét nghiệm, các hợp chất vô cơ...

Nước thải sinh hoạt của các phòng cán bộ công nhân viên, nhà bếp, nhà ăn chứa nhiều chất hữu cơ dễ phân huỷ, các hợp chất vô cơ...

Hiện tại nước thải sinh hoạt, nước thải bệnh viện và nước mưa chảy tràn ở phần lớn các bệnh viện ở nước ta thường tập trung vào cùng một hệ thống mà chưa được tách riêng để xử lý.

Thực tế hiện nay, lượng nước sử dụng ở các bệnh viện nước ta rất lớn. Các nghiên cứu của Trung tâm Kỹ thuật môi trường đô thị và khu công nghiệp từ năm 1992 đến 1998, của Bộ môn Cấp thoát nước - môi trường nước của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội trong 2 năm 1996 - 1997 và của Ban chỉ đạo Quốc gia về cung cấp nước sạch và vệ sinh môi trường năm 1998 đều cho thấy lưu lượng nước thải các bệnh viện vượt quá công suất thiết kế nhiều lần.

Phần lớn lượng nước thải sau sử dụng đều xả vào hệ thống thoát nước. Lượng nước thực tế thải ra tính cho một giường bệnh tính trong một ngày đêm vượt tiêu chuẩn của các nước Đức, Nga, Mỹ và lớn hơn rất nhiều so với các quy định hiện hành của Tiêu chuẩn Việt Nam. Tiêu chuẩn dùng nước của một số bệnh viện do Chính phủ Thụy Điển tài trợ xây dựng như Bệnh viện Ung Bì là 2.500 l/giường bệnh.ngày đêm; Viện Bảo vệ sức khoẻ trẻ em là 1.700 l/giường bệnh.ngày đêm; của các bệnh viện quân đội và công an

khoảng 1.000 l/giường bệnh.ngày đêm. Do đặc điểm chữa bệnh và nghiên cứu khác nhau, tiêu chuẩn cấp nước của các bệnh viện là rất khác nhau. Nhìn chung đối với các bệnh viện đa khoa cấp tỉnh, tiêu chuẩn cấp nước ở mức 600 - 800 l/giường bệnh.ngày đêm. Đối với các bệnh viện chuyên khoa hoặc các bệnh viện trung ương, lượng nước sử dụng tương đối cao (đến 1.000 l/giường.ngày đêm) do nước sử dụng cả cho các mục đích nghiên cứu đào tạo. Tại các bệnh viện chuyên khoa, tỷ lệ số bác sĩ và nhân viên phục vụ trên một giường bệnh tương đối cao (từ 1,2 - 1,4). Số bệnh nhân điều trị nội trú cũng lớn hơn số giường bệnh theo thiết kế rất nhiều... Một trong những nguyên nhân làm cho lượng nước thải tăng là tổn thất do thiếu ý thức của người nhà bệnh nhân khi sử dụng khu vệ sinh hoặc vòi nước công cộng...

Trên cơ sở khảo sát tình hình sử dụng nước tại Bệnh viện Hai Bà Trưng, Viện Bảo vệ bà mẹ và trẻ sơ sinh, Viện Bảo vệ sức khỏe trẻ em Hà Nội, Bệnh viện Ung Bí, Bệnh viện đa khoa trung tâm Hải Dương, Bộ môn Cấp thoát nước - môi trường nước của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã tính toán nhu cầu sử dụng nước tại các bệnh viện như sau: điều trị 18%; lau nhà 15%; bệnh nhân tắm 10%; nấu nước, thức ăn 12%; giặt giũ 18%; cán bộ công nhân viên sử dụng 12%; và hao hụt tổn thất 15%.

Như vậy, các nghiên cứu cho thấy trong điều kiện nước ta tiêu chuẩn thải nước bệnh viện ở mức từ 600 - 1000 l/giường.ngày đêm phụ thuộc vào các loại và các cấp bệnh viện.

Phần lớn các bệnh viện, phòng khám, cơ sở điều trị... đều nằm ở các khu đô thị. Đây là nơi tập trung đông người có lượng nước tiêu thụ lớn. Nước thải bệnh viện như đã nói ở chương I là một dạng của nước thải sinh hoạt đô thị. Trong nước thải chứa chủ yếu các chất hữu cơ và các chất ô nhiễm nguồn gốc sinh hoạt của con người. Tuy nhiên do nước dùng trong quá trình chữa bệnh và chăm sóc bệnh nhân nên về mặt vệ sinh và dịch tễ học, trong nước thải bệnh viện chứa nhiều vi khuẩn gây bệnh, dễ lây lan.

Các chỉ tiêu ô nhiễm chính của nước thải được nêu ra trong bảng 6.3.

Bảng 6.3. Các chỉ tiêu ô nhiễm chính của nước thải

Chỉ tiêu	Giá trị		
	Min	Trung bình	Max
pH	6,4	7,45	8,15
Chất lơ lửng, mg/l	150	160	220
BOD ₅ , mg/l	120	150	200
COD, mg/l	150	200	250
T - N, mg/l	15	28	36
Coliform, MPN/100ml	10 ⁶	10 ⁹	10 ⁶ - 10 ⁷

Nước thải bệnh viện luôn có nguy cơ tiềm tàng dưới đây:

- Nguy cơ vi khuẩn: Tất cả các vi khuẩn gây bệnh có thể tìm thấy trong nước thải: *Salmonella*, *Shigella*, *Coliform*, tụ cầu, liên cầu, *Pseudomonas*... các chủng này thường là kháng với nhiều loại kháng sinh.

- Nguy cơ virus: Chủ yếu là virus đường tiêu hoá, virus gây ỉa chảy lỏng ở trẻ em.

- Nguy cơ ký sinh trùng: *Amip*, trứng giun, sán và các nấm hạ đẳng. - Nguy cơ nhiễm độc và phóng xạ trong nước thải bệnh viện. Nguy cơ này dù có nhưng ở mức độ thấp.

Nước thải bệnh viện là một nguồn thải gây nguy hại nghiêm trọng cho môi trường vì khả năng lan rộng trong môi trường, mức độ nhiễm khuẩn cao, khả năng tồn tại lâu và nhân lên của vi khuẩn gây bệnh trong điều kiện giàu chất hữu cơ ở nước thải và nước bề mặt. Nước thải bệnh viện có thể

mang các mầm bệnh: tả, thương hàn, lỵ *amip*, *leptospyros*, bệnh vàng da nhiễm trùng, viêm gan siêu vi trùng, giun sán, nấm mốc, bại liệt...

Theo nghiên cứu của Đào Ngọc Phong và cộng sự cho thấy: nước thải bệnh viện làm ô nhiễm các nguồn nước bề mặt như nước sông, nước ao, đầm, hồ, giếng khơi (84,5 - 86,3%), gây ô nhiễm đất (88,4%). Nước thải bệnh viện gây ô nhiễm môi trường và gieo rắc mầm bệnh: số bệnh nhân ở khu dân cư dọc theo hai tuyến sông thoát nước thường cao hơn, đặc biệt là bệnh đường tiêu hoá.

Đánh giá chung về nước thải bệnh viện ở Việt Nam, các kết quả nghiên cứu của Nguyễn Xuân Nguyên và cộng sự (Ban chỉ đạo quốc gia về cung cấp nước sạch và vệ sinh môi trường), Trần Đức Hạ (Trường Đại học Xây dựng Hà Nội), Phạm thị Ngọc Bích (Bộ Xây dựng)... cho thấy:

- Đối với các bệnh viện tuyến thành phố: nước thải chứa hàm lượng cặn lơ lửng cao nhất, BOD trong nước thải khá lớn. Nồng độ oxy hoà tan nằm trong khoảng 0 - 1 mg/l, tổng *Coliform* tuy không cao nhưng đều vượt quá giới hạn cho phép theo TCVN 5945 - 1995. Các bệnh viện tuyến thành phố chủ yếu xả nước thải vào mạng lưới thoát nước thành phố.

- Đối với các bệnh viện tuyến huyện, hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải ở mức trung bình, oxy hoà tan cao, hàm lượng nitơ amoni nhỏ. Tuy nhiên tổng số *Coliform* của nước thải các bệnh viện này lại rất cao. Phần lớn các bệnh viện cấp huyện xả thải trực tiếp ra nguồn nước mặt như sông, hồ, đồng ruộng...

- Nước thải các bệnh viện đa khoa cấp tỉnh, có hàm lượng cặn lơ lửng không lớn nhưng các chỉ tiêu BOD, nitơ amoni, phosphat, *Coliform*... tương đối cao. Hàm lượng oxy hoà tan trong nước thải thấp. Nước thải các bệnh viện này xả vào hệ thống thoát nước thị xã hoặc sông, hồ, đồng, ruộng xung quanh.

- Đối với các bệnh viện chuyên khoa, hàm lượng cặn lơ lửng, BOD trong nước thải không lớn lắm do lượng nước sử dụng lớn. Tuy nhiên trong nước thải loại này chứa nhiều chất ô nhiễm đặc trưng và vi khuẩn gây bệnh đặc thù. Phần lớn nước thải các bệnh viện này đều xả vào hệ thống thoát nước thành phố.

Nước thải bệnh viện chứa rất nhiều thành phần khác nhau. Các chất ô nhiễm có thể là các chất hữu cơ, các chất vô cơ, các chất độc hoá học, các vi sinh vật và các tác nhân vật lý khác. Cần phải xử lý nước thải bệnh viện.

Về công nghệ xử lý nước thải bệnh viện thì theo báo cáo của Vụ Điều trị Bộ Y tế tại hội nghị đánh giá thực hiện quy chế quản lý chất thải y tế, chống nhiễm khuẩn bệnh viện tháng 4/2001 tại Hà Nội trên phạm vi cả nước còn khoảng 50% số bệnh viện chưa có hoạt động xử lý nước thải.

Qua khảo sát của các đơn vị thời điểm 2002 thì các hệ thống xử lý nước thải bệnh viện đang hoạt động ở những trình độ khác nhau. Có thể quy về bốn nhóm công nghệ dưới đây:

Nhóm I: Xử lý cơ học.

Nước sau khi ra khỏi bể tự hoại được xử lý sơ bộ qua khâu lắng rồi thải trực tiếp vào môi trường.

Nhóm II: Xử lý cơ học phối hợp với xử lý sinh hoạt tự nhiên.

Nước sau bể tự hoại được lắng sơ bộ rồi đưa vào ao hồ sinh học trước khi thải vào môi trường.

Nhóm III: Xử lý sinh học hiếu khí thông dụng.

Nước sau bể tự hoại được xử lý bằng phương pháp sinh học hiếu khí (quá trình bùn hoạt tính) rồi được khử trùng trước khi thải vào môi trường.

Nhóm IV: Công nghệ xử lý sinh học trong thiết bị hợp khối.

Nước sau bể tự hoại được lắng trong có sử dụng chất keo tụ, xử lý sinh học hiếu khí qua lớp vật liệu đệm và khử trùng. Thiết bị hợp khối gọn, kết hợp các quá trình cơ bản của xử lý bằng phương pháp sinh học với việc bổ sung chế phẩm vi sinh gia tăng quá trình khử chất bẩn hữu cơ.

Trong nhóm này còn có cả công nghệ lọc sinh học cao tải chế tạo trong nước, một số công nghệ nước ngoài. Công nghệ nước ngoài là công nghệ tiên tiến, hoàn chỉnh từ khâu xử lý (keo tụ lắng + xử lý sinh học), khử trùng nước thải, làm khô bùn cặn. Mặc dù hiện đại nhưng trong điều kiện Việt Nam các trạm xử lý nêu trên hoạt động kém hiệu quả, một số trạm không hoạt động, vì các lý do như đòi hỏi công nhân vận hành trình độ cao, ý thức trách nhiệm lớn, tỷ lệ trong thiết bị cho công trình lớn, nhu cầu tiêu thụ hoá chất cao, quản lý phức tạp, tốn kém phụ thuộc vào cung ứng vật tư, hoá chất của nước ngoài.

Như vậy, thực tế xử lý nước thải bệnh viện của chúng ta còn nhiều bất cập. Tuy thấy vấn đề xử lý nước thải bệnh viện là rất bức xúc nhưng chúng ta không có kinh phí để xây dựng trạm xử lý, do vậy số bệnh viện có trạm xử lý nước thải còn chưa đạt yêu cầu. Đối với những bệnh viện đã có trạm xử lý nước thải thì thuộc nhiều loại hình công nghệ trong đó: có cả những loại công nghệ trình độ thấp chưa đạt yêu cầu. Công nghệ nước ngoài thường gặp khó khăn như đã nói ở trên. Một số công nghệ mới áp dụng kỹ thuật tiên tiến của nước ngoài được nghiên cứu cho phù hợp điều kiện Việt nam thì còn đang trong quá trình thử nghiệm, khẳng định để đi vào cuộc sống.

6.2. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA CÁC CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Trước hết ta hãy so sánh một số chỉ tiêu kỹ thuật của các loại hình công nghệ xử lý nước thải bệnh viện đã nói ở trên (bảng 6.4).

Bảng 6.4. So sánh các chỉ tiêu kỹ thuật của các loại hình công nghệ xử lý nước thải bệnh viện

Phương án công nghệ Chỉ tiêu	Cơ học	Cơ học, hồ sinh học	Bùn hoạt tính	Lọc sinh học- công nghệ hợp khối	Lọc sinh học cao tải, một số công nghệ nước ngoài
Tải lượng BOD, kg BOD/m ³ /ngày đêm	< 0,3	0,4	0,6	0,8 - 1	1,8 - 3
MLSS, mg/l	< 350	400 - 500	400 - 1.000	5.000 - 7.500	10.000 - 12.000
Độ thích nghi của bùn hoạt tính	Không đảm bảo tiêu chuẩn	Không ổn định	Thích nghi vừa	Mật độ thấp, thích nghi bình thường	Cao, ổn định
Thời gian lưu	Ngắn	Thấp	Bình thường	Vừa	Cao
Hiệu suất xử lý tạp chất lơ lửng	< 50%	67-70%	80-87%	85 - 95%	90 - 97%
Hiệu suất xử lý ô nhiễm hữu cơ	< 45%	75%	90%	85 - 95%	> 96%
Hiệu suất xử lý ô nhiễm nitơ	Không xử lý được	Thấp	Tốt vừa	Tốt	Xử lý triệt để
Hiệu suất khử trùng		Trung bình	Tốt	Tốt	Tốt

Trần Quang Toàn và cộng sự (Viện Y học lao động và vệ sinh môi trường) đã tiến hành nghiên cứu hiệu quả xử lý nước thải bệnh viện theo các chỉ tiêu hoá lý. Các tác giả đã tiến hành lấy mẫu phân tích nước thải trước xử lý tại 29 bệnh viện (bảng 6.5), từ đó có đánh giá chung về ô nhiễm theo các khoa (hành chính, lây, xét nghiệm, dược), theo các tuyến (Trung ương, tỉnh, ngành), theo chuyên khoa (đa khoa, lao, phụ sản).

Bảng 6.5. Kết quả phân tích hoá lý nước thải từng bệnh viện

TT	Tên mẫu	Bệnh viện	pH	DO, mg/l	H ₂ S, mg/l	BOD ₅ , mg/l	COD, mg/l	Tổng phospho, mg/l	Tổng nitơ, mg/l	SS, mg/l
		TCVN 6772-2000 (Mức I)	5-9	-	1,0	20 (hoặc 30)	50	6,0	60	50
1	Bể tập trung toàn bệnh viện	Bắc Thăng Long	7,31	2,38	6,20	148	-	2,94	26,23	-
2	Bể tập trung có bơm tự động	Giao thông vận tải	7,18	1,53	4,20	94	125,2	1,28	14,42	46
3	Bể tập trung toàn bệnh viện	Không quân	6,78	2,02	2,04	112,5	166,8	-	-	-
4	Bể tập trung (lăng 1)	Lao Trung ương	7,06	1,80	2,55	105	169,2	-	11,55	8 - 9
5	Bể tập trung toàn bệnh viện	Ngọc Hồi	-	-	7,82	130	188,2	0,84	15,57	77
6	Hố ga vào bể chung	Nhi Thủy Điển	7,42	1,15	2,55	91	145,6	-	-	-
7	Bể tập trung toàn bệnh viện	Trung tâm Y tế Xây dựng	6,08	1,46	8,15	168,7	218,2	-	23,08	37,6
8	Hố ga	Việt	7,14	3,08	2,22	70	-	3,73	-	14,2

	vào bể chung	Đức								
9	Bể tập trung toàn bệnh viện	Hữu nghị	-	-	-	-	-	1,34	12,52	16,8
10	Sau bể cát sỏi tập trung	Phụ sản	6,06	1,58	7,30	200	268	0,74	13,19	65
11	Bể tập trung toàn bệnh viện	Bạch Mai	-	1,24	6,15	157,8	198,8	4,22	23,74	24,8
12	Bể tập trung	19/8	7,39	1,11	4,76	89,1	120,4	-	12,68	71,3
13	Bể tập trung	Đông Anh	-	-	-	94	108,2	-	-	51,8
14	Bể tập trung	Hà Nam	7,15	0,29	6,80	121	139,2	4,0	-	10,6
15	Bể tập trung	Gang thép Thái Nguyên	7,56	1,15	4,79	-	-	1,26	18,15	14
16	Bể lắng chung	Lao Thái Nguyên	-	-	-	-	195,4	0,91	16,09	25
17	Bể tập trung toàn bệnh viện	Ninh Bình	6,06	1,58	7,30	200	268	0,74	13,19	65
18	Bể tập trung toàn bệnh viện	Phụ sản Hải Phòng	8,35	1,08	8,15	134	175,8	1,24	-	37,5
19	Bể tập trung	Trẻ em Hải Phòng	7,05	2,24	-	102	162,8	1,67	26,64	39,9

20	Bể tập trung	Lao Hải Phòng	6,00	1,86	3,40	126	192,2	1,41	19,94	25,1
21	Bể tập trung toàn bệnh viện	Uông Bí Quảng Ninh	6,89	0,90	11,9	264,3	-	2,16	18,11	54,7
22	Bể tập trung toàn bệnh viện	Lao và Bệnh phổi Quảng Ninh	7,10	1,24	-	198,7	272,2	1,12	16,64	16,6
23	Bể tập trung toàn bệnh viện	Cẩm Phả Quảng Ninh	7,29	-	1,53	-	-	1,05	20,2	59,4
24	Bể tập trung toàn bệnh viện	Trung tâm Y tế Mỏ than Vàng Danh	7,39	1,80	7,82	216,8	-	2,24	26,34	-
25	Bể tập trung toàn bệnh viện	Thái Bình I	7,12	1,02	-	-	278,4	2,22	22,48	36,6
26	Bể tập trung toàn bệnh viện	Thái Bình II	7,50	1,50	-	-	249,6	2,05	21,83	40,4
27	Bể tập trung	175	-	-	1,10	95,36	168,6	0,78	15,17	-
28	Bể tập trung toàn bệnh viện	Thống nhất TP Hồ Chí Minh	6,26	2,12	6,80	75,12	139,2	0,9	16,41	-
29	Bể tập trung	Triều An TP Hồ Chí Minh	7,00	1,20	2,72	158,2	232,4	1,58	13,08	28,8

Những kết luận chính:

- Mức độ ô nhiễm của tất cả các bệnh viện cao so với tiêu chuẩn cho phép.

- Theo các khoa thì khoa được có hàm lượng chất ô nhiễm cao nhất, khoa hành chính có ô nhiễm thấp nhất.

- Theo tuyến thì bệnh viện tuyến tỉnh ô nhiễm hơn so với tuyến Trung ương và tuyến ngành. Nguyên nhân có thể là lượng nước sử dụng của bệnh viện tuyến tỉnh thực tế thấp hơn các tuyến khác.

- Theo chuyên khoa không có sự khác biệt đáng kể.

Kết quả phân tích nước thải đã xử lý của 29 bệnh viện nghiên cứu được đưa vào bảng 6.6.

Bảng 6.6. Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải của các bệnh viện

TT	Bệnh viện	H ₂ S	BOD	COD	Tổng P	Tổng N	SS	Điểm lấy mẫu
1	Bắc Thăng Long	94,35	42,57	-	65,65	71,03	-	Đầu ra (có clo)
2	Giao thông vận tải	87,86	40,43	32,11	35,94	79,82	12,17	Đầu ra (có chậm clo)
3	Không quân	33,33	13,96	7,55	-	-	-	Đầu ra
4	Lao Trung ương	-	38,1	54,61		67,79	-	Đầu ra chậm clo
5	Ngọc Hồi	89,77	30,77	28,16	48,81	58,51	-	Đầu ra không sục clo
6	Nhi Thụy Điển	- 16,08	-11,1	- 18,68	-	-	-	Clo, ra ngoài
7	Trung tâm Y tế Xây dựng	87,48	-	-	-	24,31	43,88	Đầu ra có clo
8	Việt Đức	- 53,15	- 11,43				- 119,72	Đầu ra sau bể cát sỏi
9	Hữu nghị	-	-	-	32,84	13,18	36,9	Đầu ra
10	Phụ sản	25,48	59	60	24,32	39,2	-	Đầu ra
11	Bạch Mai	6,02	22,24	10,66	-	-	5,24	Đầu ra bể pha

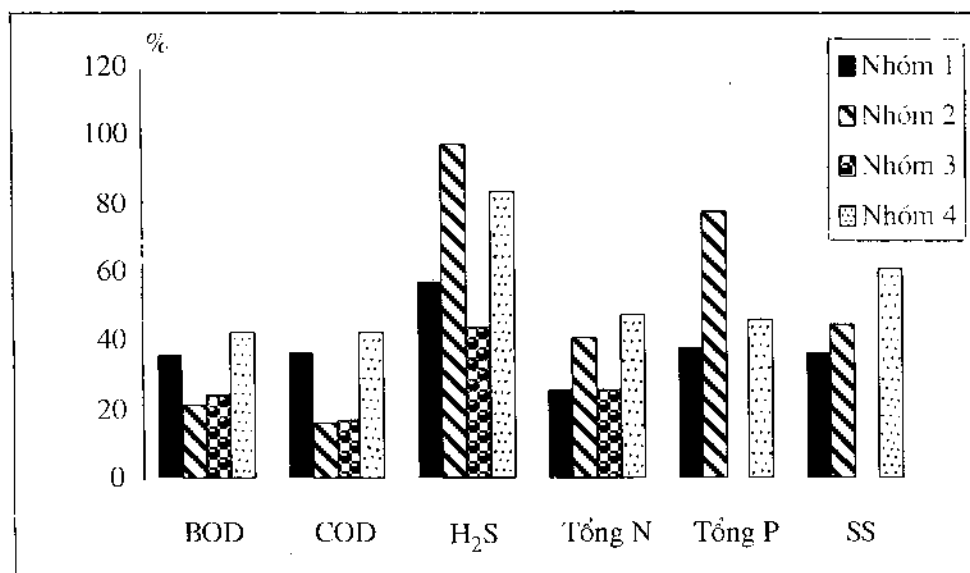
								clo
12	19/8	-	45,9	36,21	-	85,65	-	Đầu ra
13	Đồng Anh	-	-	-	-	-	-	Sau bể xử lý vi sinh
14	Hà Nam	85	57,02	50,57	58	-	- 111,32	Đầu ra
15	Gang thép Thái Nguyên	-	-	-	9,52	45,4	57,14	Nước qua xử lý
16	Lao Thái Nguyên	-	-	35,16	-2,2	-	52	Đầu ra không khử trùng
17	Ninh Bình	25,48	59	60	24,32	39,2	22,46	Đầu ra
18	Phụ sản Hải Phòng	41,6	30,6	27,08	16,94	-	-8,53	Đầu ra
19	Trẻ em Hải Phòng	-	17,65	29,24	-5,99	-	36,09	Đầu ra bể cát, sỏi, than hoạt tính
20	Lao Hải Phòng	82,35	46,83	46,83	-	70,31	-100,8	Đầu ra có sục clo
21	Uông Bí - Quảng Ninh	-	-	-	-	30,65	88,3	Đầu ra
22	Lao và Bệnh phổi Quảng Ninh	-	-	-	-49,11	-	-34,34	Đầu ra có clo
23	Cẩm Phả - Quảng Ninh	73,86	-	-	-	69,11	88,89	Đầu ra
24	Trung tâm Y tế Mỏ than Vàng Danh	82,86	-	-	-	74,22	-	Đầu ra có sục clo
25	Thái Bình I	-	-	36,21	32,88	-	82,24	Đầu ra không có clo
26	Thái Bình II	-	-	-	-7,8	-	51,98	Đầu ra có clo
27	175	60	3,15	5,93	-	8,31	-	Đầu ra có clo
28	Thống nhất TP Hồ Chí Minh	92,35	3,91	10,34	22,22	57,4	-	Đầu ra có clo
29	Triều An TP Hồ Chí Minh	- 37,87	31,67	-	-34,18	-	-28,47	Đầu ra có clo

Từ bảng 6.6 có thể thấy rằng hiệu quả xử lý chất hữu cơ còn chưa cao và như vậy đạt yêu cầu theo TCVN 5945 - 1995 (loại B) nhưng không đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn mới TCVN 6772 - 2000 (Mức I và mức II).

Về hiệu quả xử lý của các nhóm công nghệ khác nhau được đưa vào bảng 6.7 và hình 6.1.

Bảng 6.7. Hiệu quả xử lý của các nhóm công nghệ khác nhau

Thông số ô nhiễm	Nhóm 1			Nhóm 2			Nhóm 3			Nhóm 4		
	Đầu vào	Đầu ra	Hiệu suất	Đầu vào	Đầu ra	Hiệu suất	Đầu vào	Đầu ra	Hiệu suất	Đầu vào	Đầu ra	Hiệu suất
BOD	129,9	83,5	35,72	179,2	140,7	21,48	118,6	89,6	24,45	165,7	94,8	42,79
COD	183,1	116,1	36,59	221,5	186,2	15,94	172,0	142,9	16,92	227,5	130,8	42,51
H ₂ S	9,0	3,86	57,11	3,74	0,1	97,33	4,50	2,53	43,78	4,85	0,8	83,51
Tổng N	16,56	12,37	25,3	12,29	7,23	41,17	17,08	12,75	25,35	17,23	9,09	47,24
Tổng P	1,76	1,09	38,07	1,23	0,28	77,24	1,60	1,65	-	1,95	1,05	46,15
SS	36,0	22,9	36,39	53,3	29,6	44,47	28,4	28,5	-	37,8	14,8	60,85
Hiệu suất xử lý TB			38,2			49,61			27,63			53,84



Hình 6.1. Hiệu quả xử lý của các nhóm công nghệ

Như vậy, hiệu quả xử lý của các trạm xử lý theo các nhóm công nghệ rất khác nhau và chưa đáp ứng yêu cầu ngày càng cao hiện nay. Tuy nhiên trong số chúng, nhóm xử lý sinh học - thiết bị hợp khối có hiệu quả hơn cả tuy chưa đạt yêu cầu theo lý thuyết. Rất có thể trong quá trình vận hành các trạm xử lý còn chưa tuân thủ các yêu cầu về chế độ công nghệ, về bổ sung chất keo tụ lắng, chế phẩm vi sinh để tăng cường xử lý chất thải hữu cơ... Ngoài ra tính không đều của dòng nước thải như đã nói ở các chương trước cũng có thể là một trong những nguyên nhân.

Nghiên cứu đánh giá hiệu quả xử lý nước thải bệnh viện của các loại hình công nghệ theo các chỉ tiêu vi sinh cũng đã được Từ Hải Bằng và cộng sự (Viện Y học lao động và vệ sinh môi trường) thực hiện. Các tác giả đã tiến hành khảo sát 32 hệ thống xử lý nước thải bệnh viện từ tuyến huyện đến Trung ương và từ Bắc đến Nam.

Phương pháp nghiên cứu:

- Xét nghiệm nước thải tại các bệnh viện được nghiên cứu xác định Tổng số vi khuẩn hiếu khí: bằng phương pháp pha loãng trong thạch.

Tổng số *Coliform*, *Feacal coliform* bằng kỹ thuật MPN.

Clostridium perfringen bằng kỹ thuật nuôi cấy kỵ khí trên môi trường Wilson Blair.

Salmonella, *Shigelia*, *Ps.aeruginosa*, *Vibrio cholera*, *Staphylococcus aureus*: bằng kỹ thuật màng lọc.

Enterococci bằng kỹ thuật giàn trên thạch.

Tổng số trứng giun sán.

- Đánh giá:

So sánh chất lượng vệ sinh về vi sinh của nước thải bệnh viện với tiêu chuẩn cho phép.

Đánh giá hiệu quả xử lý của các loại công nghệ.

Phương pháp đánh giá và xử lý kết quả theo phương pháp thống kê dùng trong y học. Tất cả được xử lý trên hệ thống máy tính chương trình SPSS.

Ở bảng 6.8 là kết quả các chỉ điểm vệ sinh về vi sinh trong nước thải bệnh viện lấy từ bể tập trung nước thải toàn bệnh viện.

Bảng 6.8. Kết quả chỉ điểm vệ sinh về vi sinh trong nước thải bệnh viện

Vi sinh vật	N	Giá trị thấp nhất	Trung bình	Giá trị cao nhất
Tổng số hiếu khí/1ml	32	2.000	942×10^7	32×10^{10}
Cl.perfringen/10ml	32	30	9412	855×10^2
Coliform/100ml	32	15×10^4	234×10^6	23×10^8
Feacal coliform/100ml	32	93×10^3	150×10^6	23×10^8
Trứng giun/1.000ml	32	0	63	9×10^2

Nồng độ các chỉ điểm vệ sinh về vi sinh trong nước thải bệnh viện tại bể tập trung toàn bệnh viện trước khi qua 32 công nghệ xử lý rất cao, nồng độ trung bình *Coliform*/100ml (234×10^6) gấp 234.000 lần tiêu chuẩn cho phép thải ra môi trường theo tiêu chuẩn A (1.000 *Coliform*/100ml).

Các loại vi khuẩn gây bệnh trong nước thải bệnh viện chưa qua xử lý như sau bảng 6.9.

Bảng 6.9. Các loại vi khuẩn gây bệnh phân lập được tại bể tập trung toàn bệnh viện

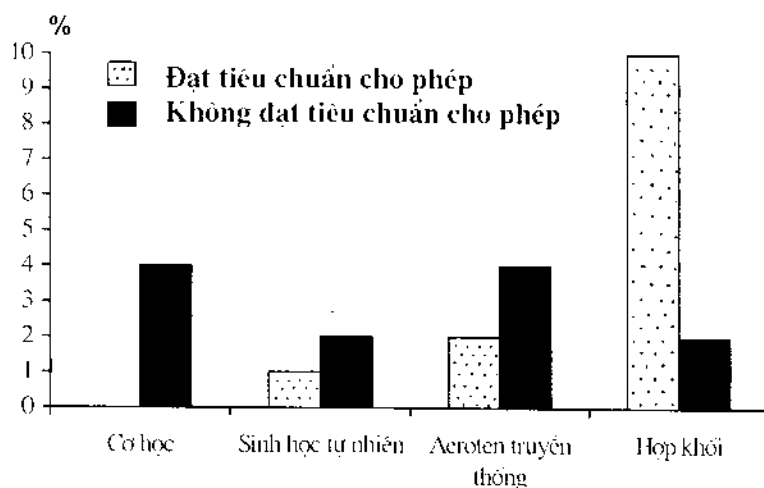
Vi khuẩn gây bệnh	Phân lập được		Không phân lập được	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
<i>Staphylococcus</i>	100/116	86,2	16/116	13,8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16/116	13,8	100/116	86,2
<i>Salmonella</i>	1/29	3,4	28/29	96,6

Trong số các chủng vi khuẩn gây bệnh phân lập được tại bể tập trung toàn bệnh viện trước khi qua 32 công nghệ xử lý, tỉ lệ phân lập được tụ cầu (*Staphylococcus*) rất cao (86,2% tổng mẫu), 13,8% số mẫu có trực khuẩn màu xanh (*Pseudomonas aeruginosa*), chỉ phân lập được một chủng thương hàn (*Salmonella*) trong số 32 mẫu phân lập.

Kết quả đánh giá hiệu quả xử lý nước thải bệnh viện của các nhóm công nghệ được đưa vào bảng 6.10 và biểu diễn trên hình 6.2.

Bảng 6.10. Tỷ lệ công nghệ có chỉ tiêu Coliform sau xử lý đạt tiêu chuẩn thải

Công nghệ	Coliform/100 ml				
	< 1.000 (đạt tiêu chuẩn cho phép)		> 1.000 (không đạt tiêu chuẩn cho phép)		Tổng số công nghệ
	n	%	n	%	n
Cơ học	0	0	4	100	4
Sinh học tự nhiên	1	33,33	2	66,37	3
Aeroten truyền thống	2	28,57	4	71,43	6
Hợp khối	10	83,33	2	16,67	12



Hình 6.2. Tỷ lệ công nghệ đạt tiêu chuẩn thải ra môi trường

Từ bảng 6.10 và hình 6.2 ta có nhận xét sau:

Nhóm công nghệ xử lý nước thải theo phương pháp cơ học có giá trị trung bình *Coliform* tại đầu ra không đạt tiêu chuẩn thải ra môi trường.

Nhóm công nghệ sinh học tự nhiên (phương pháp xử lý tự nhiên bằng bể hoặc ao) có 1/3 công nghệ chiếm 33,33% tổng số, xử lý đạt tiêu chuẩn thải.

Nhóm công nghệ aeroten truyền thống (phương pháp xử lý aeroten bằng bùn hoạt tính): chỉ có 2/6 công nghệ chiếm 33,33% tổng số, xử lý đạt tiêu chuẩn thải.

- Nhóm công nghệ Hợp khối (xử lý bằng aeroten có đệm sinh học) có hiệu quả xử lý cao nhất: có 10/12 công nghệ chiếm 83,33% tổng số xử lý đạt tiêu chuẩn thải.

Như vậy hiệu quả xử lý nước thải bệnh viện về mặt vi sinh ở các trạm xử lý NTBVT thuộc nhóm công nghệ hợp khối là cao nhất.

6.3. ĐỊNH HƯỚNG TRIỂN KHAI CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN Ở VIỆT NAM

Bệnh viện và các cơ sở y tế Việt Nam có số lượng lớn và hoạt động trong những điều kiện rất khác nhau. Các bệnh viện Trung ương và cấp tỉnh thường có quy mô 400 - 600 giường bệnh nằm trong các trung tâm dân cư đông đúc, diện tích hạn chế, bệnh viện cấp huyện nhỏ hơn với quy mô 50 - 100 giường bệnh nằm chủ yếu ở các thị trấn với điều kiện trang bị kém hơn và có diện tích đất đai đỡ chật hẹp hơn.

Phần lớn các bệnh viện chưa có hệ thống xử lý nước thải, các hệ thống xử lý nước thải đã xây dựng tại một số bệnh viện lớn hoạt động theo nhiều sơ đồ công nghệ khác nhau và nhìn chung không đạt tiêu chuẩn thải như

quy định trong TCVN 6772 - 2000 và TCVN 5945 - 1995 đặc biệt chỉ tiêu nitơ. Vì vậy mà ta phải vừa xây dựng hệ thống xử lý mới vừa cải tạo các hệ thống xử lý hiện có nhưng chưa đạt tiêu chuẩn thải.

Chi phí xây dựng và hoạt động của một hệ thống xử lý nước thải không chỉ phụ thuộc vào công suất xử lý, chất lượng nước thải xử lý cần đạt, loại hình công nghệ sử dụng mà còn phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác như: điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội của địa phương...

Vì lý do đó sau khi tính toán chi phí cho một hệ thống xử lý nước thải cần có sự khảo sát tỉ mỉ, cụ thể để công nghệ đề xuất đạt được yêu cầu.

Để đáp ứng theo tiêu chuẩn thải TCVN 6772 - 2000 và TCVN 5945-1995 thì hệ thống xử lý đối với các bệnh viện tuyến tỉnh (> 300 giường) bắt buộc phải xử lý được nitơ. So với các hệ xử lý vi sinh thông dụng hiện đại đang hoạt động ở các bệnh viện, hệ xử lý mới phải tăng cường thêm giai đoạn oxy hoá amoni (nitrat hoá) và khử nitrat.

Giá thành xây dựng và vận hành sẽ tăng đáng kể nhất là ở các vùng lạnh (miền núi phía Bắc về mùa đông). Giá thành xây dựng tăng do quá trình oxy hoá amoni là tăng thể tích bể phản ứng và tăng hệ cấp khí. Giá thành vận hành tăng do năng lượng cấp khí và bổ sung kiềm cho quá trình. Giá thành sẽ giảm được một phần do lượng bùn sinh ra ít (thời gian lưu tế bào cho quá trình oxy hoá amoni lớn hơn so với hệ bùn hoạt tính thông dụng). Quá trình khử nitrat ít tốn kém hơn so với quá trình oxy hoá, chỉ thêm phần thể tích bể phản ứng và thiết bị khuấy trộn cơ học và nếu quá trình này ghép trước quá trình oxy hoá thì sẽ được bù một phần độ kiềm, tiết kiệm được lượng oxy và lượng chất hữu cơ tương ứng. Do quá trình khử hợp chất nitơ làm tăng giá thành xây dựng và vận hành của một hệ thống xử lý nước thải rất đáng kể nên ở những nơi thuận lợi về mặt đất đai có thể tận dụng điều kiện xử lý của các loại thủy thực vật để xử lý.

Bảng 6.11. So sánh một số chỉ tiêu giữa hệ xử lý nước thải thông dụng và hệ thống có xử lý nitơ

Thông số	Hệ vi sinh thông dụng	Hệ xử lý cả hợp chất nitơ
1. Thể tích bể phản ứng, %	100	152
2. Công suất cấp khí, %	100	135
3. Khuấy trộn cơ học	Không	Có
4. Năng lượng		
- Cấp khí, %	100	135
- Bơm thuỷ lực, %	100	400
5. Hoá chất	Không (ít)	Nhiều
6. Thiết bị định lượng	ít	Nhiều

Qua đó ta thấy trong các điều kiện khác nhau cần đưa ra những tiêu chuẩn khác nhau cho thiết bị và xây lắp hệ thống xử lý nước thải bệnh viện.

Định hướng chính về công nghệ

- Phần lớn các hệ thống xử lý nước thải bệnh viện theo công nghệ xử lý cơ học, bùn hoạt tính truyền thống không có kết hợp hiếu khí - thiếu khí đã xây dựng không đáp ứng được chỉ tiêu thải theo TCVN 6772 - 2000 và TCVN 5945 - 1995 đặc biệt về tiêu chuẩn vi sinh và hợp chất nitơ. Các hệ thống xử lý nước thải bệnh viện theo công nghệ hợp khối đã được tính toán thiết kế đảm bảo yêu cầu và cần phải được vận hành nghiêm túc, thường xuyên tăng cường kỹ năng cho đội ngũ cán bộ vận hành.

- Để đảm bảo chỉ tiêu thải theo nitơ nhất thiết hệ xử lý phải có thêm hay chú trọng xử lý thiếu khí. Việc kết hợp giữa thổi khí và khuấy trộn (thiếu khí) cần được thực hiện tự động hoá. Hệ xử lý này sẽ kéo theo tăng giá

thành xây dựng và vận hành, mức độ tăng tùy thuộc vào các yếu tố điều kiện tự nhiên (nước thải, nhiệt độ, có hồ sinh học xử lý tiếp hay không).

- Xây dựng một hệ thống xử lý nước thải cần phải dựa trên những đặc điểm của từng cơ sở. Trên cơ sở những tiêu chuẩn chung cần có sự vận dụng cụ thể với những hiệu chỉnh nhất định.

- Việc áp dụng xử lý tiếp trong hồ sinh học có ý nghĩa quan trọng và giảm được vốn đầu tư xử lý. Xử lý bằng hồ sinh học càng có ý nghĩa đối với các bệnh viện tuyến tỉnh hay huyện.

- Để xây dựng và vận hành tốt một hệ thống xử lý nước thải bệnh viện cần phải đào tạo đội ngũ các cán bộ, kỹ thuật đáp ứng yêu cầu về số lượng và chất lượng.

- Khử trùng là bước cần có trong xử lý nước thải bệnh viện. Việc sử dụng clo dạng NaOCl hay $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ là phù hợp với các cơ sở bệnh viện.

PHỤ LỤC

Phụ lục I

TIÊU CHUẨN VIỆT NAM

TCVN 6772 - 2000

Chất lượng nước - Nước thải sinh hoạt - Giới hạn ô nhiễm cho phép
Water quality - Domestic wastewater standards

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng đối với nước thải của các loại cơ sở dịch vụ, cơ sở công cộng và chung cư như nêu trong bảng 2 (sau đây gọi là nước thải sinh hoạt) khi thải vào các vùng nước quy định.

Tiêu chuẩn này chỉ áp dụng cho nước thải sinh hoạt tại các khu vực chưa có hệ thống thu gom, xử lý nước thải tập trung.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho nước thải công nghiệp như quy định trong TCVN 5945 - 1995.

2. Giới hạn ô nhiễm cho phép

2.1. Các thông số và nồng độ thành phần ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt khi thải ra các vùng nước quy định, không được vượt quá giới hạn trong bảng 1.

Bảng 1. Thông số ô nhiễm và giới hạn cho phép

	Thông số ô nhiễm	Đơn vị	Giới hạn cho phép				
			Mức I	Mức II	Mức III	Mức IV	Mức V
1	pH		5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9
2	BOD	mg/l	20	30	40	50	200
3	Chất rắn lơ lửng	mg/l	50	50	60	100	100
4	Chất rắn có thể lắng được	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	KQĐ
5	Tổng chất rắn hoà tan	mg/l	500	500	500	500	KQĐ
6	Sunfua (theo H ₂ S)	mg/l	1,0	1,0	3,0	4,0	KQĐ
7	Nitrat (NO ₃)	mg/l	30	30	40	50	KQĐ
8	Dầu mỡ (thực phẩm)	mg/l	20	20	20	20	100
9	Phosphat (PO ₄ ³)	mg/l	6	6	6	6	KQĐ
10	Tổng Coliforms	MPN/100ml	1.000	1.000	5.000	5.000	10.000
KQĐ : Không quy định							

2.2. Các mức giới hạn nêu trong bảng 1 được xác định theo các phương pháp phân tích quy định trong các tiêu chuẩn tương ứng hiện hành.

2.3. Tùy theo loại hình, quy mô và diện tích sử dụng của cơ sở dịch vụ, công cộng và chung cư, mức giới hạn các thành phần ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt được áp dụng cụ thể theo bảng 2.

Bảng 2

Loại hình cơ sở Dịch vụ/Công cộng/ Chung cư	Quy mô, diện tích sử dụng của cơ sở dịch vụ, công cộng, chung cư	Mức áp dụng cho phép theo bảng 1	Ghi chú
1. Khách sạn	Dưới 60 phòng Từ 60 đến 200 phòng Trên 200 phòng	Mức III Mức II Mức I	
2. Nhà trọ, nhà khách	Từ 10 đến 50 phòng Trên 50 đến 250 phòng Trên 250 phòng	Mức IV Mức III Mức II	
3. Bệnh viện nhỏ, trạm xá	Từ 10 đến 30 giường Trên 30 giường	Mức II Mức I	
4. Bệnh viện đa khoa		Mức I	Phải khử trùng nước thải. Nếu có các thành phần ô nhiễm ngoài những thông số nêu trong bảng 1 của tiêu chuẩn này thì áp dụng giới hạn tương ứng đối với các

			thông số đó quy định trong TCVN5945-1995
5. Trụ sở cơ quan Nhà nước, doanh nghiệp, cơ quan nước ngoài, ngân hàng, văn phòng	Từ 5.000m ² đến 10.000m ²	Mức III	Diện tích tính là khu vực làm việc
	Trên 10.000m ² đến 50.000m ²	Mức II	
	Tên 50.000m ²	Mức I	
6. Trường học, viện nghiên cứu và các cơ sở tương tự	Từ 5.000m ² đến 25.000m ²	Mức II	Các viện nghiên cứu chuyên ngành đặc thù, liên quan đến nhiều hoá chất và sinh học, nước thải có các thành phần ô nhiễm ngoài các thông số nêu trong bảng 1 của tiêu chuẩn này, thì áp dụng giới hạn tương ứng đối với các thông số đó quy định trong TCVN5945-1995
	Trên 25.000m ²	Mức I	
7. Cửa hàng bách hoá, siêu thị	Từ 5.000m ² đến 25.000m ²	Mức II	
	Trên 25.000m ²	Mức I	
Loại hình cơ sở Dịch vụ/Công cộng/ Chung cư	Quy mô, diện tích sử dụng của cơ sở dịch vụ, công cộng, chung cư	Mức áp dụng cho phép theo bảng 1	Ghi chú

8. Chợ thực phẩm tươi sống	Từ 500m ² đến 1.000m ²	Mức IV	
	Trên 1.000m ² đến 1500m ²	Mức III	
	Trên 1500m ² đến 25.000m ²	Mức II	
	Trên 25.000m ²	Mức I	
9. Nhà hàng ăn uống, nhà ăn công cộng, cửa hàng thực phẩm	Dưới 100m ²	Mức V	Diện tích tính là diện tích phòng ăn
	Từ 100m ² đến 250m ²	Mức IV	
	Trên 250m ² đến 500m ²	Mức III	
	Trên 500m ² đến 2.500m ²	Mức II	
	Trên 2.500m ²	Mức I	
10. Khu chung cư	Dưới 100 căn hộ	Mức III	
	Từ 100 đến 500 căn hộ	Mức II	
	Trên 500 căn hộ	Mức I	

Phụ lục 2

TCXD 188 - 1996

Nước thải đô thị - Tiêu chuẩn thải

Urban wastewater - Discharge standards

1. Phạm vi ứng dụng: Tiêu chuẩn này quy định nồng độ giới hạn cho phép của các chất ô nhiễm chủ yếu có trong nước thải đô thị khi xả vào nguồn nước mặt phục vụ làm nguồn cung cấp cho trạm xử lý nước ăn uống và sinh hoạt (nguồn loại A) và vào HTTN chung của thành phố (nguồn loại B).
2. Giá trị giới hạn các thông số ô nhiễm trong nước thải

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn	
			Loại A	Loại B
1	Nhiệt độ	°C	40	40
2	pH		6 - 9	5 - 9
3	Độ màu	Độ Pt/Co	20	50
4	Độ đục	NTU	50	100
5	Tổng chất rắn lơ lửng (SS)	mg/l	50	100
6	Tổng chất rắn hoà tan	mg/l	1.000	3.000
7	COD	mg/l	50	100
8	BOD ₅	mg/l	20	50
9	Clorua (Cl ⁻)	mg/l	250	1.000
10	Sunfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	200	1.000
11	Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/l	0,1	2,0
12	Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	50	-
13	Dầu mỡ khoáng	mg/l	0,001	1,0
14	Clô dư	mg/l	1,0	2,0
15	Coliform	MPN/100ml	5.000	10.000

Ghi chú: Nồng độ giới hạn của các chỉ tiêu ô nhiễm khác không nêu trong bảng này có thể xác định theo TCVN 5945 - 1995.*

TIÊU CHUẨN VIỆT NAM

TCVN 5945 – 1995

Nước thải công nghiệp - Tiêu chuẩn thải

Industrial waste water - Discharge standards

1. Phạm vi áp dụng

- 1.1. Tiêu chuẩn này quy định giá trị giới hạn các thông số và nồng độ các chất thành phần trong nước thải của các cơ sở sản xuất, chế biến, kinh doanh, dịch vụ... (gọi chung là nước thải công nghiệp).
- 1.2. Tiêu chuẩn này dùng để kiểm soát chất lượng nước thải công nghiệp trước khi đổ vào các vực nước.

2. Giá trị giới hạn

- 2.2. Giá trị giới hạn các thông số và nồng độ các chất thành phần của nước thải công nghiệp khi đổ vào các vực nước phải phù hợp với quy định trong bảng 1.
- 2.3. Đối với nước thải của một số ngành công nghiệp đặc thù, giá trị các thông số và nồng độ các chất, thành phần được quy định trong các tiêu chuẩn riêng.
- 2.4. Nước thải công nghiệp có giá trị các thông số và nồng độ các chất thành phần bằng hoặc nhỏ hơn giá trị quy định trong cột A có thể đổ vào các vực nước dùng làm nguồn cấp nước sinh hoạt.
- 2.5. Nước thải công nghiệp có giá trị các thông số và nồng độ các chất thành phần nhỏ hơn hoặc bằng giá trị quy định trong cột B chỉ được đổ vào các vực nước dùng cho các mục đích giao thông thủy, tưới tiêu, bơi lội, nuôi thủy sản, trồng trọt...

- 2.6. Nước thải công nghiệp có giá trị các thông số và nồng độ các chất thành phần lớn hơn giá trị quy định trong cột B nhưng không vượt quá giá trị quy định trong cột C chỉ được phép đổ vào các nơi được quy định.
- 2.7. Nước thải công nghiệp có giá trị các thông số và nồng độ các chất thành phần lớn hơn giá trị quy định trong cột C thì không được phép thải ra môi trường..
- 2.8. Phương pháp lấy mẫu, phân tích, tính toán, xác định từng thông số và nồng độ cụ thể được quy định trong các TCVN tương ứng.

TCVN 5945 - 1995
NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

Giá trị giới hạn các thông số và nồng độ chất ô nhiễm

Số TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn		
			A	B	C
1	Nhiệt độ	°C	40	40	45
2	pH		6 đến 9	5,5 đến 9	5 đến 9
3	BOD ₅ (20°C)	mg/l	20	50	100
4	COD	mg/l	50	100	400
5	Chất rắn lơ lửng	mg/l	50	100	200
6	Asen	mg/l	0,05	0,1	0,5
7	Cadmium	mg/l	0,01	0,02	0,5
8	Chì mg/l	mg/l	0,1	0,5	1
9	Clo dư	mg/l	1	2	2
10	Crom (VI)	mg/l	0,05	0,1	0,5
11	Crom (III)	mg/l	0,2	1	2
12	Dầu mỡ khoáng	mg/l	KPHĐ	1	5
13	Dầu động thực vật	mg/l	5	10	30
14	Đồng	mg/l	0,2	1	5
15	Kẽm	mg/l	1	2	5
16	Mangan	mg/l	0,2	1	5
17	Niken	mg/l	0,2	1	2
18	Phospho hữu cơ	mg/l	0,2	0,5	1
19	Phospho tổng số	mg/l	4	6	8

20	Sắt	mg/l	1	5	10
21	Tetracloetylen	mg/l	0,02	0,1	0,1
22	Thiếc	mg/l	0,2	1	5
23	Thủy ngân	mg/l	0,005	0,005	0,01
24	Tổng nitơ	mg/l	30	60	60
25	Tricloetylen	mg/l	0,05	0,3	0,3
26	Amoniac (tính theo N)	mg/l	0,1	1	10
27	Florua	mg/l	1	2	5
28	Phenol	mg/l	0,001	0,05	1
29	Sunfua	mg/l	0,2	0,5	1
30	Xianua	mg/l	0,05	0,1	0,2
31	<i>Coliform</i>	MPN/100ml	5.000	10.000	-
32	Tổng hoạt độ phóng xạ α	Bq/l	0,1	0,1	-
33	Tổng hoạt độ phóng xạ β	Bq/l	1,0	1,0	-

Chú thích: KPHĐ - không phát hiện được

Phụ lục 4

VÍ DỤ TÍNH TOÁN BẰNG CHƯƠNG TRÌNH

TEN TRAM XLNT BENH VIEN XXX-CS 400 (M³/NGD)

(DO TRUNG TAM TU /AN CHUYÊN GIAO CÔNG NGHỆ NUOC SACH VA MOI TRUONG - CTC THUC HIEN)

DAY LA CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN CÔNG NGHỆ ĐÔNG DẠO SẠO:
NUOCTHAI==>CHAN
RAC==>LANGCAT==>LIEUHOA==>TUYEN TACH DAU MO==>
LANG1==> (AAO)-(CASH or CAF)==> AEROTEN.HH
(+ NITORAT HOA VA BENITO)
==>LANG2(VA TACH PHOTPHO)==>XULY HOA LY(NEU
CAN) ==> XA RA MOITRUONG
BUN LANG VA BUN HOAT HOA==> (BE NEN BUN)==> MAY
EP BUN==>KHU XL CHATTHAIRAN

CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO:

CS max- 420 (m³/ngày)
HESO KHONG DIEU HOA- 1.868176
THIETKE CHO DIEU KIEN: CSmin = 224.0001 BOD(O)
(ppm) = 321.1664 BOD(k) (ppm) = 50
COD (O) (ppm) = 583,.9389 COD (k) (ppm) = 90.90909
NH4 (O) (ppm) = 42.1337 NH4 (k) (ppm) T .35

MLSS toi uu cho Aeroten (ppm) = 4344.181

CHANRAC

Congsuat NuocThai (m³/ng) = 418.4717
BOD(O)= 321.1664 BOD(k)= 50

Kichthiuc tam chanrac: Rong(m) = .5642715 Sap(m) = 2.5

Tonthat apluc(m-notnuoc) = .1895975

So nguoi tuongduong = 2521.677

Luong sac giu lai (m3/ng) = 2.634772E-02

Trongluong 2 tam chad rac (kg) = 12.48151

Thetich Be chua rac cho 1 ngay(m3) = .1053909

BELANG CAT

Taitrong bemat(m/s) = .0187

Vantoc nuoc chay qua be keotheo bun Huuco(m/s) = .2

Dientich matnuoc Be langcat(m2) = .3_67085

Chieusau lopnuoc congta(m) = .5

Tyle chieudai/Cao tinhtoan = 13.90374

Chieu dai be(m) = 6.951871

Chieu Rong 1 ngan(m) = 2.421711E-02 (Co 2 ngan chay songsong) Thetich Be langcat(m3) = .2188605

Luong cat lang(t/ngay) = 2.092358

-----1-----

BE DIEU HOA + LANG 1

Re = 3.546099E-02 Re(o) = 3.154771E-02 ==>OK with STOKC!

Vtdhl(m3) = 39.73662 Ess(%) = 48.37382 Ebod(%) = 27.76728 Vb(m3) = 1.445934 Gbun(kg/ng) = 100.4765

Vtoclang(m/h) = 1.334468 Thgian lang(h) = 1.124043

Dientich belang(m2) = 17.63926 Vlang(m3) = 26.45889

Vdh(m3) = 11.83179

Taitrong(m3/m2.ngay) = 23.72388

SSe(mg/l) = 258.1309 BODe (mg/l) = 231.9872

Chieu dai suckhi(m)= 3.971866 Kh_angcach giua 2
ong(m)= 6

Luuluong suckhi trong be dieuhoa (m³/h)= 15.88746

TINH TOAN AIRBLOWER

May duoc lua chon: SSR-50 CS(m³/ph)= 1.5
DonGia(USD)= 2095

So may can thiet= 1

Thanh Tien(USD) = 2095

Quy doi ra-Tr.DVN= 32.263

CS1= 0 CSTT= .338442

TINH TOAN BOM NUOC VA BOM BUN

cong suat born (m³/s) q= 6.457896E-03

duong kinh ong clan nuoc thai cua may born d=
8.112518E-02

cong suat dong co dien 2.058069

cong suat thuc te cua dong co dieD 2.572586

May duoc lua chon:

AD415.10 CS(m³/h)= 30.5 DonGia (EU) = 570.5

So may can thiet= 1

Thanh Tien(EU)= 570.5

Quy doi ra=Tr.DVN= 9.137128

TINH TOAN BOMBUN

duong kinh ong clan nuoc thai cua may born (m) d=
1.198557E-02

troluc Hm = 17 . 10919

công suất động cơ diesel kw/h 9.715568E-02
 công suất thực tế của động cơ diesel kw/h 9.715568E-02
 Máy được lựa chọn:
 A1415.10 CS(m3/h)- 30.5 DOnGia(EU)- 570.5
 Số máy cần thiết= 1
 Thanh Tiền(EU) = 570.5
 Quy đổi ra Tr.ĐVN= 9.137128
 BOM NUOC: DK ong ra(m)- 8.112518E-02 CSBN(kw) = 2.572586
 BOM BUN: DK ong ra(m) 1.198557E-02 CSBB(kw)= 9.715568E-02

Thietbi AEROTEN HONHOP(Xuly NH4-->NO3 va khu BOD
 Tetcn=Tetc(h)= 190.3597 Tetn(h)= 4.345311 Tet(h)= 3.270419
 Tinh toaD DENITRIFICATION
 Tetdn(h)= 8.825281E-02 Vdn(m3)= 1.538804

TONG VON DAU TUCOBAN(tr.dVN)= 127117
 TINH TOAN KINH TE (TRUONG HOP 1 ,LAIXUAT: 0
 (%)/nam) TINH GIA THANH XULY NUOCTHAI:
 So CB Lanh dao= 1 Luong (tr. dVN/nam) = 26
 So CBKT= 1 Luong (tr.dVN/nam) = 20.8
 So Congnhan vanhanh= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 13
 Tong quy Tien Luong (tr.dVN/nam) = 33.8
 Phi quanly (tr.dVN/nam)= 6.76
 KhauHao TSCD(tr.dVN/nam) = 127.17

DuyTU-Suachua 10n(tr.dVN/nam) = 6.3585
 Tra Lai vay(tr.dVN/nam) = 0
 Chiphi Codinh(tr.dVN/nam) = 174.0885
 Chiphi Dien(tr.dVN/nam) = 216.7678
 Chiphi Hoachat (tr.dVN/nam) = 6.904782
 Chiphi Biendoi (tr. dVN/nam) = 223.6726
 Tong Chiphi SX(tr.dVN/nam)= 397.7611
 Gia Xuly NT (dVN/m3) = 3485.2
 Lai Dinhmuc XN(tr.dVN/nam) = 39.92138
 DoanhThu(tr. dVN/nam)= 481.291
 Tong Chiphi(tr.dVN/nam) = 397.7611
 ThuNhap(tr.dVN/nam)= 39.77611
 Thue TNDN (tr. dVN/nam) = 9.944027
 Lai Rong(tr.dVN/nam) = 73.58583
 TG hoanvon (Nam)= 6.334561

TINH TOAN KINH TE

(TRUONG HOP 2 ,LAIXUAT: 1 (%)/nam)

TINH GIA THANH XULY NUOCTHAT:

So CB Lanh dao= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 26
 So CBKT= 1 Luong (tr.dVN/nam) = 20.8
 So Congnhan vanhanh= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 13
 Tong quy Tien Luong (tr.dVN/nam) = 33.8
 Phi quanly (tr.dVN/nam)= 6.76
 KhauHao TSCD(tr.dVN/nam) = 127.17 ! DuyTU-
 Suachua 10n(tr.dVN/nam)= 6.3585
 Tra Lai vay(tr.dVN/nam) = 12.717
 Chiphi Codinh(tr.dVN/nam) = 186.8055
 Chiphi Dien(tr.dVN/nam)= 216.7678
 Chiphi Hoachat (tr.dVN/nam) = 6.904782

Chiphi Biendoi (tr.dVN/nam) = 223.6726
 Tong Chiphi SX(tr.dVN/nam)= 410.4781 Gia Xuly NT
 (dVN/m3) = 3596.626
 Lai Dinhmuc KN(tr.dVN/nam) = 41.19772
 DoanhThu(tr. dVN/nam) = 496.6785
 Tong Chiphi (tr.dVN/nam) = 410.4781
 ThuNhap(tr.dVN/nam) = 41.04781
 Thue TNDN(tr.dVN/nam) = 10.26195
 Lai Rong(tr.dVN/nam) = 75.93846
 TG hoanvon (Nam)- 6.261187

TINH TOAN KINH TE

(TRUONG HOP 3 ,LAI XUAT: 2 (%)/nam)

TINH GIA THANH XULY NUOCTHAI:

So CB Lanh dao- 1 Luong(tr.dVN/nam)= 26

So CBKT= 1 Luong (tr.dVN/nam) = 20.8

So Congnhan vanhanh= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 13

Tong quy Tien Luong (tr.dVN/nam) = 33.8

Phi quanly (tr.dVN/nam)= 6.76

KhauHao TSCD(tr.dVN/nam) = 127.17

DuyTU-Suachua lon (tr.dVN/nam) = 6.3585 Tra Lai
 vay(tr.dVN/nam) = 25.434 Chiphi

Codinh(tr.dVN/nam)= 199.5225 Chiphi

Dien(tr.dVN/nam) = 216.7678

Chiphi Hoachat(tr.dVN/nam)7 6.904782 Chiphi
 Biendoi(tr.dVN/nam)= 223.6726

Tong Chiphi SX(tr.dVN/nam) = 423.195f

Gia Xuly NT (dVN/m3) = 3708.054 .

Lai Dinhmuc XN(tr.dVN/nam) = 42.47407

DoanhThu(tr. dVN/nam)= 512.0661

Tong Chiphi (tr.dVN/nam) = 423.1951
 ThuNhap(tr.dVN/nam) = 42.31951
 Thue TNDN(tr.dVN/nam) = 10.57988
 Lai Rong(tr.dVN/nam) = 78.29113
 TG hoanvon (Nam) = 6.169492

TINH TOAN KINH TE

(TRUCNG HOP 4 ,LAI XUAT: 3 (%) /nam)

TINH GIA THANH XULY NUOCTHAI:

So CB Lanh dao= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 26

So CBKT= 1 Luong (tr.dVN/nam) = 20.8

So Congnhan vanhanh= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 13

Tong quy Tien Luong (tr.dVN/nam) = 33.8

Phi quanly (tr.ctVN/nam)= 6.76 I

KhauHao TSCD(tr.dVN/nam) = 127.17 I DuyTU-

Suachua Ion (tr.dVN/nam) = 6.3585

Tra Lai vay(tr.dVN/nam) = 38.151

Chiphi Codinh(tr.dVN/nam) = 212.2395

Chiphi Dien(tr.dVN/nam) = 216.7678

Chiphi Hoachat (tr.dVN/nam) = 6.904782 Chiphi

Biendoi (tr.dVN/nam) = 223.6726 Tong Chiphi

SX(tr.dVN/nam)= 435.9121 Gia Xuly NT (dVN/m3) = 3819.48

Lai Dinhmuc XN(tr.dVN/nam) = 43.7504

DoanhThu(tr. dVN/nam)= 527.4536 Tong Chiphi

(tr.dVN/nam) = 435.9121 ThuNhap(tr.dVN/nam) = 43.59121

Thue TNDN(tr.dVN/nam) = 10.8978

Lai Rong(tr.dVN/nam)= 80.64374

TG hoanvon (Nam)= 6.119422:

TINH TOAN KINH TE

(TRUONG HOP 5 ,LAI XUAT: 4 (%) /nam)

TINH GIA THANH XULY NUOCTHAI:

So CB Lanh dao= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 26

So CBKT= 1 Luong (tr.dVN/nam)= 20.8

So Congnhan vanhanh= 1 Luong (tr. dVN/nam) = 13

Tong quy Tien Luong (tr.dVN/nam) = 33.8

Phi quanly (tr.dVN/nam)= 6.76

KhauHao TSCD(tr.dVN/nam) = 127.17

DuyTU-Suachua Ion (tr.dVN/nam) = 6.3585

Tra Lai vay(tr.dVN/nam) = 50.868

Chiphi Codinh(tr.dVN/nam) = 224.9565

Chiphi Dien(tr.dVN/nam) = 216.7678

Chiphi Hoachat(tr.dVN/nam)T 6.904782 Chiphi
Biendoi(tr.dVN/nam)= 223.6726 Tong Chiphi
SX(tr.dVN/nam)_ 448.6291 Gia Xuly NT (dVN/m3) =
3930.907

Lai Dinhmuc XN(tr.dVN/nam) = 45.0267f

DoanhThu(tr. dVN/nam)= 542.8412

Tong Chiphi(tr.dVN/nam) = 448.6291

ThuNhap(tr.dVN/nam) = 44.86291

Thue TNDN(tr.dVN/nam)= 11.21573

Lai Rong(tr.dVN/nam) = 82.99637

TG hoanvon (Nam)= 6.050921

TINH TOAN KINH TE

(TRUONG HOP 6 ,LAIXUAT: 5 (%)/nam)

TINH GIA THANH XULY NUOCTHAI:

So CB Lanh dao- 1 Luong (tr.dVN/nam) = 26

.So CBKT= 1 Luong (tr. dVl'il/nam) = 20.8

So Congnhan vanhanh= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 13

Tong quy Tien Luong (tr.dVN/nam) = 33[8

Phi quanly (tr.dVN/nam) = 6.76
 KhauHao TSCD(tr.dVN/nam) = 127.17
 DuyTU-Suachua 10n(tr.dVN/nam) = 6.3585
 Tra Lai vay(tr.dVN/nam) = 63.585
 Chiphi Codinh(tr.dVN/nam) = 237.6735
 Chiphi Dien(tr.dVN/nam) = 216.7678
 Chiphi Hoachat (tr.dVN/nam) = 6.904782
 Chiphi Biendoit(tr.dVN/nam)= 223.6726
 Tong Chiphi SX(tr.dVN/nam)= 461.3461
 Gia Xuly NT (dVN/m3) = 4042.334
 Lai Dinhmuc XN(tr.dVN/nam) = 46.3031
 DoanhThu(tr. dVN/nam)- 558.2288
 Tong Chiphi (tr. dVN/nam) = 461. 3461
 ThuNhap(tr.dVN/nam)= 46.13461
 Thue TNDN(tr.dVN/nam)- 11.53365
 Lai Rong(tr.dVN/nam)= 85.34903
 TG hoanvon (Nam)= 5.983935
 TINH TOAN KINH TE
 (TRUONG HOP 7 ,LAIXUAT: 6 (%) /nam)
 TINH GIA THANH XULY NUOCTHAI:
 So CB Lanh dao= 1 Luong(tr.dVN/nam)- 26
 So CBKT= 1 Luong (tr.dVN/nam)= 20.8
 So Congnhan vanhanh= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 13
 Tong guy Tien Luong (tr.dVN/nam) = 33.8
 Phi quanly (tr.dVN/nam)= 6.76
 KhauHao TSCD(tr.dVN/nam) = 127.17
 DuyTU-Suachua 10n(tr.dVN/nam) = 6.3585
 Tra Lai vay(tr.dVN/nam) = 76.30201
 Chiphi Codinh(tr.dVN/nam) = 250.3905
 Chiphi Dien(tr.dVN/nam) = 216.7678

Chi phí Hoạch định (tr.dVN/năm) = 6.904782
 Chi phí Biện pháp (tr.dVN/năm) = 223.6726
 Tổng Chi phí SX(tr.dVN/năm) = 474.0631
 Giá Xử lý NT (dVN/m³) = 4153.761
 Lai Định mức XN(tr.dVN/năm) = 47.57941
 Doanh thu(tr. dVN/năm) = 573.6164
 Tổng Chi phí(tr.dVN/năm) = 474.0631
 Thu nhập(tr.dVN/năm) = 47.40631
 Thuế TNDN(tr.dVN/năm) = 11.85158
 Lai Rong(tr.dVN/năm) = 87.70171
 IG hoàn vốn (Năm) = 5.918416

TÍNH TOÁN KINH TẾ

(TRƯỜNG HỢP 8 ,LAI XUẤT: 7 (%) /năm)
 Lãi GIẢ THẠNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI:
 Số CB Thanh toán 1 Lương(tr.dVN/năm) = 26
 Số CBKT 1 Lương (tr.dVN/năm) = 20.8
 Số Công nhân văn phòng = 1 Lương(tr.dVN/năm) = 13
 Tổng quỹ Tiền Lương (tr.dVN/năm) = 33.8
 Phí quản lý (tr.dVN/năm) = 6.76
 Khấu hao TSCĐ(tr.dVN/năm) = 127.17
 Duy tu-Sửa chữa 10n(tr.dVN/năm) = 6.3585
 Trả Lai vay(tr.dVN/năm) = 89.019
 Chi phí Cố định(tr.dVN/năm) = 263.1075
 Chi phí Biến(tr.dVN/năm) = 216.7678
 Chi phí Hoạch định (tr.dVN/năm) = 6.904782
 Chi phí Biện pháp (tr.dVN/năm) = 223.6726
 Tổng Chi phí SX(tr.dVN/năm) = 486.7801
 Giá Xử lý NT (dVN/m³) = 4265.188
 Lai Định mức XN(tr.dVN/năm) = 48.85579

DoanhThu(tr. dVN/nam) = 589.0039
 Tong Chiphi (tr.dVN/nam) = 486.7801
 ThuNhap(tr.dVN/nam) = 48.67801
 Thue TNDN(tr.dVN/nam) = 12.1695
 Lai Rong(tr.dVN/nam) = 90.05431
 TG hoanvon (Nam)... = 5.854318

TINH TOAN KINH TE

(TRUONG HOP 9 ,LAI XUAT: 8 (%)/nam)
 TINH GIA THANH XULY NUOCTHAI:
 So CB Lanh dao = 1 Luong(tr.dVN/nam) = 26
 So CBKT = 1 Luong (tr. dVN/nam) = 20.8
 So Congnhan vanhanh = 1 Luong(tr.dVN/nam) = 13
 Tong guy Tien Luong (tr.dVN/nam) = 33.8
 Phi quanly (tr.dVN/nam) = 6.76
 KhaiHao TSCD(tr.dVN/nam) = 127.17
 DuyTU-Suachua 10n(tr.dVN/nam) = 6.3585
 Tra Lai vay(tr.dVN/nam) = 101.736
 Chiphi Codinh(tr.dVN/nam) = 275.8245
 Chiphi Dien(tr.dVN/nam) = 2:).6.7678
 Chiphi Hoachat (tr.dVN/nam) = 6.904782
 Chiphi Biendoi (tr.dVN/nam) = 223.6726
 Tong Chiphi SX(t,T.dVN/nam) = 499.4971
 Gia Xuly NT (dVN/m3) = 4376.615 T
 Lai Dinhmuc XN(tr.dVN/nam) = 50.13213
 DoanhThu(tr. dVN/nam) = 604.3915
 Tong Chiphi (tr.dVN/nam) = 499.4971
 ThuNhap(tr.dVN/nam) = 49.9497
 Thue TNDN(tr.dVN/nam) = 12.48743
 Lai Rong(tr.dVN/nam) = 92.40697

TG hoanvon (Nam)- 5.791591

TINH TOAN KINH TE

(TRUONG HOP 10 ,LAIXUAT: 9 (%)/nam)

TINH GIA THANH XULY NUOCTHAI:

So CB Lanh dao= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 26

So CBKT= 1 Luong (tr.dVN/nam)= 20.8

So Congnhan vanhanh= 1 Luong(tr.dVN/nam)= 13

Tong guy Tien Luong (tr.dVN/nam) = 33.8

phi quanly (tr.qVN/nam)= 6.76

KhauHao TSCD(tr.dVN/nam) = 127.17

1 DuyTU-Suachua 10n(tr.dVN/nam)= 6.35\$5

Tra Lai vay(tr.dVN/nam) = 114.453

Chiphi Codinh(tr.dVN/nam) = 288.5415

Chiphi Dien(tr.dVN/nam) = 216.7678

Chiphi Hoachat(tr.dVN/nam)= 6.904782

Chiphi Biendoi (tr.dVN/nam) = 223.6/26

Tong Chiphi SX(tr.dVN/nam)= 512.2141

Gia Xuly NT (dVN/m3) = 4488.042

Lai Dinh muc XN(tr.dVN/nam) = 51.40847

DoanhThu(tr. dVN/nam)= 619.779

Phụ lục 5

**DANH SÁCH BỆNH VIỆN ĐÃ ĐƯỢC XÂY DỰNG TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI
THEO CÔNG NGHỆ V69 VÀ CN-2000 DO CTC VÀ UCE THIẾT KẾ
VÀ CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ**

Số TT	Tên bệnh viện	Loại bệnh viện	Công suất (m ³ /ngày đêm)	Năm kế hoạch	Mô hình áp dụng	Vốn đầu tư (triệu đồng)	Đơn vị thi công
1	Viện 69, Bộ tư lệnh Lăng Chủ tịch Hồ Chí Minh	Trung ương	100	1997	V69	700	Liên hiệp Khoa học Sản xuất Công nghệ Hoà học
2	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Thanh Hoá	Tỉnh	500	1999	V69	2.300	Công ty Xây dựng Bảo tàng Hồ Chí Minh
3	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Thái Bình, Trạm 1	Tỉnh	300	1999	V69	1.300	Công ty Xây dựng Constrexim và Công ty Xây dựng 319, Bộ Quốc phòng
4	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Thái Bình, Trạm 2	Tỉnh	300	1999	V69	1.300	Công ty Xây dựng Constrexim và Công ty Xây dựng 319, Bộ Quốc phòng
5	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình	Tỉnh	500	1999	V69	2.000	Công ty Cơ khí Lâm nghiệp Formach
6	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Phú Yên	Tỉnh	300	1999	V69	1.500	Công ty Cơ khí Lâm nghiệp Formach

7	Bệnh viện Đa khoa Bác Thăng Long, Hà Nội	Huyện	300	1999	V69	1.500	Công ty Cơ khí Lâm nghiệp Formach
8	Bệnh viện Đa khoa Khu vực Cẩm Phả, Quảng Ninh	Huyện	300	1999	V69	1.500	Công ty Xây dựng Bảo tàng Hồ Chí Minh
9	Trung tâm Y tế TX Cẩm Phả, Quảng Ninh	Huyện	300	1999	V69	1.500	Công ty Cơ khí Lâm nghiệp Formach
10	Bệnh viện 103, Bộ Quốc phòng	Ngành	400	1999	V69	1.800	Công ty Xây dựng 655, Bộ Quốc phòng
11	Bệnh viện 354, Bộ Quốc phòng	Ngành	300	1999	V69	1.500	Công ty Xây dựng 319, Bộ Quốc phòng
12	Bệnh viện Duyen Hải, Bộ Giao thông Vận tải	Ngành	200	2000	V69	1.200	Công ty Xây dựng Bảo tàng Hồ Chí Minh
13	Bệnh viện Miền Trung, Bộ Giao thông Vận tải	Ngành	200	2000	V69	1.200	Công ty Xây dựng Bảo tàng Hồ Chí Minh
14	Trung tâm Y tế than Vàng Danh, Bộ Công nghiệp	Ngành	100	2000	V69	1.700	Công ty Xây dựng Phát triển Nông thôn 6

15	Trung tâm Y tế than Mao Khê, Bộ Công nghiệp	Ngành	100	2000	V69	1.700	Công ty Xây dựng Phát triển Nông thôn 6
16	Bệnh viện Hữu nghị TW, Bộ Y tế	Trung ương	600	2001	CN 2000	2.500	Công ty Xây dựng Bảo tàng Hồ Chí Minh
17	Trung tâm Y tế Xây dựng, Bộ Xây dựng	Ngành	100	2001	V69	1.200	Công ty cấp thoát nước Wasenco
18	Bệnh viện Khu vực 1, Bộ NN&PTNT	Ngành	200	2001	V69	1.200	Công ty Xây dựng Phát triển Nông thôn 6
19	Bệnh viện 19/8, Bộ Công an	Ngành	400	2001	V69	2.300	Công ty Xây dựng Phát triển Nông thôn 6
20	Trung tâm Y tế than Ngã Hai, Bộ Công nghiệp	Ngành	100	2002	V69	1.700	Công ty Xây dựng 319, Bộ Quốc phòng
21	Bệnh viện Xây dựng Việt Trì, Bộ Xây dựng	Ngành	100	2002	V69	1.200	Công ty Xây dựng Nam Ninh, Nam Định
22	Bệnh viện Đa khoa tỉnh Hà Nam	Tỉnh	300	2002	V69	2.300	Công ty Cơ khí Lâm nghiệp Formach
23	Bệnh viện Xây dựng Sông Đà, Bộ Xây dựng	Ngành	80	2002	V69	1.200	Công ty Cổ phần Xây dựng Hà Nội
24	Trung tâm Điều dưỡng	Ngành	150	2002	V69	1.200	Công ty Xây dựng số 1.

	bệnh nghề nghiệp Sấm Sơn, Bộ Xây dựng						Thanh Hoá
25	Bệnh viện Nhi Hải Phòng	Tỉnh	300	2002	V69	1.300	Công ty Cơ khí Lâm nghiệp Formach
26	Bệnh viện Ngô Quyền, Hải Phòng	Huyện	300	2002	V69	1.300	Công ty Cơ khí Lâm nghiệp Formach
27	Bệnh viện Kiến An	Huyện	200	2002	V69	1.300	Công ty Cơ khí Lâm nghiệp Formach
28	Bệnh viện huyện Vĩnh Bảo, Hải Phòng	Huyện	200	2002	V69	950	Công ty Cơ khí Lâm nghiệp Formach
29	Bệnh viện Y học Cổ truyền, Bộ Công an	Ngành	200	2003	V69	1.600	Công ty CP Đầu tư Xây dựng Hà Nội
30	Bệnh viện Dệt may Khu vực Phú Thọ	Ngành	120	2003	V69	1.400	Công ty CP Xây dựng Thăng Long
31	Trung tâm Y tế than Móng Dương	Ngành	100	2003	V69	1.800	Công ty Xây dựng số 2, Quảng Ninh
32	Trung tâm điều dưỡng Phục hồi chức năng Sấm Sơn, Bộ Công nghiệp	Ngành	100	2003	V69	1.500	Công ty Xây dựng Công nghiệp nhẹ số 1
33	Bệnh viện Việt Tiệp,	Tỉnh	500	2003	V69	2.500	Công ty Cổ phần Xây

	Hải Phòng							dựng Huy Hoàng
34	Trung tâm điều dưỡng Phục hồi chức năng Đồ Sơn, Hải Phòng	Tỉnh	200	2003	V69	1.600		Công ty Cổ phần Xây dựng Huy Hoàng
35	Bệnh viện Nhi, Nghệ An	Tỉnh	200	2003	V69	1.400		Công ty Xây dựng Công trình 5, Ninh Bình
36	Bệnh viện Bai Cháy, Quảng Ninh	Tỉnh	300	2003	V69	1.800		Công ty Cơ khí Lâm nghiệp Formach
37	Bệnh viện Đa khoa TX Phú Thọ	Tỉnh	200	2004	V69	1.700		Công ty TNHH Trường Minh
38	Trung tâm Y tế thành phố Vinh, Nghệ An	Tỉnh	200	2004	V69	1.500		Viện Máy, Bộ Công nghiệp
39	Bệnh viện Đa khoa Vạn Tường, Dung Quất, Quảng Ngãi	Tỉnh	300	2004	V69	1.700		Công ty CP Đầu tư Xây dựng Hà Nội
40	Trung tâm Y tế TX Sầm Sơn, Thanh Hoá	Tỉnh	150	2004	V69	1.600		Viện Máy, Bộ Công nghiệp

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Комиссаров Ю.А.; Гордев Л. С. Нгуен Суан Нгуен.** Анализ и Синтез систем водообеспечения химических производств. М., Химия, 2002, 496 с.
2. **Пааль Л.Л., Кару Я. Я., Мельдер Х. А., Ремен Б.Н.** Справочник по очистке природных и сточных вод. М., Высшая школа, 1994, 336 с.
3. **Гончарук Е. Н., Прокопов В. А.** Очистка и обезвреживание сточных вод лечебных учреждений. Киев Будівельник 1973 168 с.
4. Ban chỉ đạo Quốc gia về cung cấp nước sạch và vệ sinh môi trường, Bộ Y tế, Bộ Xây dựng. Kỷ yếu Hội thảo quốc gia về xử lý chất thải bệnh viện. Hà Nội, tháng 7/1998.
5. **Nguyễn Xuân Nguyên (chủ biên), Phạm Hồng Hải, Trần Ứng Long, Ngô Kim Chi, Lê Thị Vân Anh, Nguyễn Văn Năm, Nguyễn Văn Hưng, Đỗ Trọng Dũng.** Công nghệ và thiết bị hợp khối xử lý nước thải bệnh viện. Tài liệu đào tạo cán bộ kỹ thuật thuộc Chương trình điểm quốc gia về xử lý nước thải bệnh viện do Ban chỉ đạo Quốc gia về cung cấp nước sạch và vệ sinh môi trường, Bộ Y tế chủ trì. Hà Nội, tháng 5/2000, 84tr.
6. **Nguyễn Xuân Nguyên, Phạm Hồng Hải, Trần ứng Long, Ngô Kim Chi, Lê Thị Vân Anh, Đỗ Trọng Dũng, Nguyễn Văn Hưng.** Thiết bị công nghệ mới xử lý nước thải bệnh viện theo nguyên lý môđun, hợp khối và tự động hoá. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Tập XXXIX, Số 3, 2001, tr. 42-45.
7. **Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga.** Giáo trình công nghệ xử lý nước thải. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 1999, 332 tr.

8. **Trần Đức Hạ.** Xử lý nước thải sinh hoạt quy mô nhỏ và vừa. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 2002, 200 tr.
9. **Trịnh Xuân Lai.** Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải. NXB Xây dựng. Hà Nội, 2000, 240 tr.
10. **Lương Đức Phẩm.** Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học. NXB Giáo dục. Hà Nội, 2002, 340 tr.
11. **Nguyễn Xuân Nguyên, Phạm Hồng Hải.** Lý thuyết và mô hình hoá quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 2003, 288 tr.
12. **Nguyễn Xuân Nguyên.** Nước thải và công nghệ xử lý nước thải. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 2003, 324 tr.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	3
------------------	---

CHƯƠNG

NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CHÍNH CỦA NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

1.1. Nguồn và chế độ hình thành nước thải bệnh viện	5
1.2. Những đặc điểm hoá lý của nước thải bệnh viện	7
1.3. Đặc trưng về vi trùng, virus và giun sán của nước thải bệnh viện	13

CHƯƠNG II

SỰ NGUY HIỂM VỀ PHƯƠNG DIỆN VỆ SINH DỊCH TỄ CỦA NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

2.1. Sự tồn tại các tác nhân gây bệnh truyền nhiễm trong nước thải và nguồn nước	18
2.2. Hiệu quả làm sạch nước thải khỏi vi khuẩn gây bệnh trong các công trình xử lý	25
2.3. Nguy cơ dịch bệnh do ô nhiễm nguồn nước bởi nước thải bệnh viện ..	29

CHƯƠNG III

CÁC SƠ ĐỒ LÀM SẠCH VÀ KHỬ TRÙNG NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

3.1. Những yêu cầu chung đối với việc thoát nước thải bệnh viện	33
3.2. Các sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện ở khu dân cư có hệ thống thoát nước với công trình xử lý nước thải	34
3.3. Các sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện ở khu dân cư không có hệ thống thoát nước	48
3.4. Kiểm tra ở phòng thí nghiệm hiệu quả xử lý và khử trùng nước thải bệnh viện	50

CHƯƠNG IV

MỘT SỐ THIẾT BỊ HIỆN ĐẠI ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

4.1. Các thiết bị hiện đại xử lý nước thải	53
4.2. Sử dụng các thiết bị hiện đại trong xử lý nước thải bệnh viện	64
4.3. Phương pháp tính toán các thiết bị chính của công trình xử lý nước thải bệnh viện	71
4.3.1. Aeroten	72
4.3.2. Bể lắng	79
4.3.2.1. Bể lắng ngang	79
4.3.2.2. Bể lắng đứng	82
4.3.2.3. Bể lắng ly tâm	89

CHƯƠNG V

CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT BỊ HỢP KHỐI XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

5.1. Đặc điểm của công nghệ mới	94
5.2. Các giai đoạn xử lý	98
5.2.1. Xử lý sơ bộ bậc 1	98
5.2.2. Xử lý cơ bản bậc 2	98
5.2.3. Xử lý bùn	100
5.3. Dây chuyền xử lý nước thải bệnh viện theo công nghệ mới	101
5.3.1. Dây chuyền công nghệ	102
5.3.2. Các thiết bị chính trong dây chuyền xử lý nước thải	104
5.3.2.1. Sàng rác	104

5.3.2.2. Bể điều hòa	104
5.3.2.3. Bể keo tụ và lắng sơ cấp	105
5.3.2.4. Thiết bị xử lý sinh học, thiết bị hợp khối	106
5.3.2.5. Bể lắng thứ cấp	107
5.3.2.6. Bể khử trùng	108
5.3.2.7. Bể nén bùn	108
5.3.3. Các thông số thiết kế	109
5.3.3.1. Thông số vào	109
5.3.3.2. Tiêu chuẩn nước thải ra	109
5.3.3.3. Công thức	109
5.4. Trạm xử lý nước thải theo công nghệ mới	110
5.4.1. Mô tả thiết bị	110
5.4.1.1. Thiết bị V69 - M	112
5.4.1.2. Thiết bị V69 - N	113
5.4.1.3. Thiết bị V69 - Nb	114
5.4.2. Hướng dẫn vận hành trạm xử lý nước thải	116
5.4.2.1. Giới thiệu máy móc thiết bị	116
5.4.2.2 Các chế độ vận hành	119
5.4.2.3. Yêu cầu vận hành và khắc phục sự cố	124
5.4.3. Men xử lý chất thải DW - 97 H và chất keo tụ PACN-95 để xử lý nước thải bệnh viện theo công nghệ mới	133
5.4.3.1. Men xử lý chất thải DW-97 H	133
5.4.3.2. Chất keo tụ PACN-95	137

CHƯƠNG VI

THỰC TRẠNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN Ở VIỆT NAM VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA CÁC CÔNG NGHỆ ĐANG ÁP DỤNG

6.1. Thực trạng xử lý nước thải bệnh viện ở Việt Nam	143
6.2. Đánh giá hiệu quả của các công nghệ xử lý nước thải bệnh viện	150
6.3. Định hướng triển khai công nghệ xử lý nước thải bệnh viện ở Việt Nam	162

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1 - TIÊU CHUẨN VIỆT NAM TCVN 6772 - 2000	166
PHỤ LỤC 2 - TCXD 188 - 1996	171
PHỤ LỤC 3 - TIÊU CHUẨN VIỆT NAM TCVN 5945 - 1995	172
PHỤ LỤC 4 - VÍ DỤ TÍNH TOÁN BẰNG CHƯƠNG TRÌNH	176
PHỤ LỤC 5 - DANH SÁCH BỆNH VIỆN ĐÃ ĐƯỢC XÂY DỰNG TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI THEO CÔNG NGHỆ MỚI	188
TÀI LIỆU THAM KHẢO	193

**TRUNG TÂM TƯ VẤN CHUYỂN GIAO
CÔNG NGHỆ NƯỚC SẠCH VÀ MÔI TRƯỜNG**
PGS.TSKH. Nguyễn Xuân Nguyên, TS. Phạm Hồng Hải

**CÔNG NGHỆ
XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN**

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS. TS. TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập: KIM ANH, NGUYỄN VĂN ĐÀM
Vẽ bìa: HƯỜNG LAN

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật
70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

5. 50

KHKT - 2004

In 300 cuốn, khổ 16 x 24cm tại Xí nghiệp in 19-8.
Giấy phép XB số: 469 - 65, cấp ngày 19/4/2004
In xong và nộp lưu chiểu Quý IV/2004.

công nghệ xử lý nước thải



205031



Giá: 45.000^đ