BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

ISO 9001 : 2008

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG

Giảng viên hướng dẫn: ThS. Hoàng Thị Thúy
PGS.TS Đồng Thị Kim Loan
Sinh viên : Nguyễn Kim Dung

HẢI PHÒNG - 2012

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

THIẾT KẾ HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI NHÀ MÁY GIẤY

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY

NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG

Giảng viên hướng dẫn: ThS. Hoàng Thị Thúy
PGS.TS Đồng Thị Kim Loan
Sinh viên : Nguyễn Kim Dung

HẢI PHÒNG - 2012

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Nguyễn Kim Dung Mã SV: 120318

Lớp: MT1201 Ngành: Kỹ thuật môi trường

Tên đề tài: Thiết kế hệ thống xử lý nước thải nhà máy giấy

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp

……..

……..

……..

……..

……..

……..

……..

……..

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán.

……..

……..

……..

……..

……..

……..

……..

……..

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

……..

……..

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên:.....

Học hàm, học vị:.....

Cơ quan công tác:.....

Nội dung hướng dẫn:.....

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên:.....

Học hàm, học vị:.....

Cơ quan công tác:.....

Nội dung hướng dẫn:.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2012

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày tháng năm 2012

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN	Đã giao nhiệm vụ ĐTTN
Sinh viên	*Người hướng dẫn*
Nguyễn Kim Dung	ThS. Hoàng Thị Thúy

Hải Phòng, ngày ..... tháng.....năm 2012

Hiệu trưởng

GS.TS.NGƯT *Trần Hữu Nghị*

PHẦN NHẬN XÉT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

1. **Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp:**

……

……

……

……

……

……

……

……

……

2. **Đánh giá chất lượng của khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu…):**

……

……

……

……

……

……

3. **Cho điểm của cán bộ hướng dẫn (ghi bằng cả số và chữ):**

……..

……..

……..

Hải Phòng, ngày .... tháng 12 .... năm 2012

Cán bộ hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

ThS. Hoàng Thị Thúy

MỞ ĐẦU

Bảo vệ môi trường hiện nay là vấn đề bức xúc trên toàn cầu nhất là tại các nước đang phát triển. Nước ta đang trên đường hội nhập với thế giới nên việc quan tâm đến môi trường là điều tất yếu. Vấn đề bảo vệ sức khoẻ cho con người, bảo vệ môi trường sống trong đó bảo vệ nguồn nước khỏi bị ô nhiễm đã và đang được Đảng và nhà nước, các tổ chức và người dân quan tâm. Đó không chỉ là trách nhiệm của mỗi cá nhân mà còn là trách nhiệm của toàn xã hội.

Trong một vài thập kỷ gần đây, cùng với sự phát triển nhanh chóng của đất nước, các ngành công nghiệp Việt Nam đã có những tiến bộ không ngừng cả về số lượng nhà máy cũng như chủng loại sản phẩm và chất lượng cũng ngày càng được cải thiện. Công nghiệp phát triển đã đem lại cho người dân những hàng hóa rẻ hơn mà chất lượng không thua kém so với hàng ngoại nhập là bao.

Ngành công nghiệp sản xuất giấy chiếm vị trí khá quan trọng trong nền kinh tế quốc dân, tạo việc làm cho người lao động. Cùng với sự phát triển của các ngành công nghiệp, dịch vụ khác, nhu cầu về các sản phẩm giấy ngày càng tăng. Tuy nhiên, bên cạnh những lợi ích đạt được to lớn về kinh tế - xã hội, ngành công nghiệp này cũng phát sinh nhiều vấn đề môi trường bức xúc nhất là vấn đề nước thải.

Trước thực trạng đó, đòi hỏi phải có những phương pháp thích hợp, hiệu quả để xử lý nước thải sản xuất giấy ngay tại nguồn nhằm hạn chế đến mức thấp nhất tác động của nó đến con người và môi trường xung quanh. Với mong muốn được áp dụng kiến thức đã học và tìm hiểu sâu hơn để phục vụ cho công việc sau này của một kỹ sư ngành môi trường. Trên cơ sở đó, tôi đã chọn đề tài: **"Thiết kế hệ thống xử lý nước thải nhà máy giấy"** làm khóa luận tốt nghiệp.

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN

1.1. Tổng quan về nước thải

1.1.1. Một số khái niệm [1]

+ Nước thải: Là lượng chất lỏng được thải ra sau quá trình sử dụng của con người vào các mục đích như sau: sinh hoạt, dịch vụ, tưới tiêu, thủy lợi, công nghiệp, chăn nuôi… và bị thay đổi tính chất ban đầu của chúng. Nếu lượng nước thải này không qua xử lý mà đổ thẳng ra sông, hồ sẽ làm thay đổi tính chất môi trường nước mặt. Các biểu hiện của sự thay đổi tính chất môi trường nước dẫn đến tình trạng ô nhiễm cho môi trường nước. Thông thường nước thải được phân loại theo nguồn gốc phát sinh ra chúng, đó cũng là cơ sở cho việc lựa chọn các biện pháp hoặc công nghệ xử lý.

+ Nước thải công nghiệp: Là nước thải từ các xí nghiệp sản xuất công nghiệp, thủ công nghiệp, giao thông vận tải… Nước thải này không có đặc điểm chung mà phụ thuộc vào quy trình công nghệ của từng ngành, từng loại sản phẩm. Nước thải của các ngành công nghiệp khác nhau hoặc xí nghiệp khác nhau có thành phần hóa học và hóa sinh cũng rất khác nhau.

+ Nước thải sinh hoạt: Là nước thải từ các khu dân cư, bao gồm nước sau khi sử dụng từ các hộ gia đình, bệnh viện, khách sạn, trường học, cơ quan, khu vui chơi giải trí… Đặc điểm của nước thải sinh hoạt là có hàm lượng lớn các chất hữu cơ dễ bị phân hủy (hyđrat cacbon, protein, chất béo), các chất vô cơ dinh dưỡng (phôtphat, nitơ) cùng với vi khuẩn (cả vi sinh vật gây bệnh), trứng giun sán… Hàm lượng các chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt phụ thuộc vào điều kiện sống, chất lượng bữa ăn, lượng nước sử dụng và hệ thống tiếp nhận nước thải.

1.1.2. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước [1, 2]

Để quản lý chất lượng môi trường nước được tốt cũng như thiết kế lựa chọn công nghệ và thiết bị xử lý phù hợp, cần hiểu rõ bản chất của nước thải căn cứ vào một số chỉ tiêu vật lý, chỉ tiêu hóa học và chỉ tiêu vi sinh. Các chỉ tiêu này không được vượt quá tiêu chuẩn cho phép (như TCVN 5945-2005). Như

vậy, việc xác định các chỉ tiêu của nước sẽ cho phép đánh giá mức độ ô nhiễm hay hiệu quả của phương pháp xử lý nước thải.

1.1.2.1. Các chỉ tiêu vật lý

+ Nhiệt độ: Nhiệt độ ảnh hưởng đến độ pH, đến các quá trình hóa học và sinh hóa xảy ra trong nước. Nhiệt độ của nước phụ thuộc rất nhiều vào môi trường xung quanh.

Ví dụ: ở miền Bắc Việt Nam, nhiệt độ các nguồn nước mặt có khoảng dao động từ $13 \div 34^0$C, trong khi đó nhiệt độ trong các nguồn nước mặt ở miền Nam tương đối ổn định từ $26 \div 29^0$C.

Nhiệt độ cao làm cho DO trong nước giảm, giảm sự hòa tan oxi từ không khí vào nước. Nhiệt độ trong nước tăng sẽ làm tăng các phản ứng hóa sinh, kích thích sự phát triển của vi tảo… Nước làm mát của các ngành công nghiệp hay nước nồi hơi từ các nhà máy nhiệt điện thường mang một lượng nhiệt lớn theo dòng thải ra ngoài môi trường gây ô nhiễm nhiệt cho nguồn nước. Nhiệt độ của các loại nước thải này thường cao hơn $10 \div 25^0$C so với nguồn nước tiếp nhận.

Khi xử lý nước thải bằng công nghệ vi sinh, nhiệt độ tối ưu của nước phải nằm trong khoảng từ $20 \div 40^0$C.

+ Màu sắc: Nước nguyên chất không có màu. Màu sắc gây nên bởi các tạp chất trong nước (thường là do chất mùn hữu cơ, một số ion vô cơ, một số loài thủy sinh vật…). Mỗi loại nước thải đều có màu sắc đặc trưng: các hợp chất sắt, mangan không hoà tan làm nước có màu nâu đỏ, các chất mùn humic gây ra màu vàng, còn các loại thuỷ sinh tạo cho nước màu xanh lá cây... Nước bị nhiễm bẩn bởi nước thải sinh hoạt hay công nghiệp thường có màu nâu hoặc đen. Đơn vị đo độ màu thường dùng là platin-coban. Nước thiên nhiên thường có độ màu thấp hơn 20^0PtCo.

Màu của nước được chia làm hai loại: màu thực do các chất hữu cơ hòa tan hoặc dạng hạt keo; màu biểu kiến là màu của các chất lơ lửng trong nước tạo nên. Trong thực tế, người ta xác định màu thực của nước. Có nhiều phương pháp

xác định màu của nước, nhưng thường sử dụng phương pháp so sánh mẫu với các dung dịch chuẩn như clorophantinat coban.

+ Mùi vị: Nước sạch không có mùi vị, khi nhiễm bẩn có mùi lạ. Trong nước thải chứa nhiều tạp chất hóa học làm cho nước thải có mùi lạ đặc trưng, quá trình phân giải các chất hữu cơ trong nước cũng làm cho nước có mùi vị khác thường. Ví dụ như nước thải có mùi khai là do các amin (R_3N, R_2NH, RNH_2…) và photphin (PH_3); mùi hôi thối là do H_2S, các hợp chất Indol, Scattol (phân hủy từ aminoaxit); mùi tanh do sắt; có vị chát do sunfat (ở nồng độ 200mg/l)…

Có thể xác định mùi của nước theo phương pháp sau: Mẫu nước được đưa vào bình đậy kín nắp, lắc khoảng 10 ÷ 20 giây rồi mở nắp, ngửi mùi và đánh giá với nhiều mức khác nhau (không mùi, mùi nhẹ, trung bình, nặng và rất nặng). Lưu ý không để dòng hơi đi thẳng vào mũi.

+ Độ đục: Nước tự nhiên sạch không có tạp chất thường rất trong. Khi bị nhiễm bẩn các loại nước thải thường có độ đục cao. Độ đục gây nên bởi các hạt rắn lơ lửng, keo trong nước. Các hạt rắn này có thể có nguồn gốc vô cơ, hữu cơ hoặc các vi sinh vật, thủy sinh vật. Độ đục làm giảm khả năng truyền sáng của nước, ảnh hưởng tới khả năng quang hợp của các sinh vật tự dưỡng trong nước gây giảm thẩm mĩ và làm giảm chất lượng của nước khi sử dụng. Vi sinh vật có thể bị hấp thụ bởi các hạt rắn lơ lửng sẽ gây khó khăn khi khử khuẩn.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN), độ đục được xác định bằng chiều sâu lớp nước thấy được (gọi là độ trong) mà ở độ sâu đó người ta vẫn đọc được hàng chữ tiêu chuẩn. Độ đục càng thấp chiều sâu của lớp nước còn thấy được càng lớn. Nước được gọi là trong khi mức độ nhìn sâu lớn hơn 1m (hay độ đục nhỏ hơn 10 NTU).Theo qui định (TCVN 5502-2003), độ đục của nước cấp sinh hoạt không lớn hơn 5 NTU.

+ Tổng hàm lượng các chất rắn (TS): Các chất rắn trong nước có thể là những chất tan hoặc không tan. Các chất này bao gồm cả những chất vô cơ lẫn các chất hữu cơ.

Để xác định tổng hàm lượng các chất rắn ta lấy 1 lít mẫu nước thải cho vào tủ sấy, giữ ở nhiệt độ không đổi 105^0C cho nước bay hơi hết, lượng chất rắn không đổi, đem cân sẽ được tổng hàm lượng các chất rắn trong 1 lít nước thải. Đơn vị tính bằng mg/l.

+ Tổng hàm lượng các chất lơ lửng (SS): Các chất rắn lơ lửng (các chất huyền phù) là những chất rắn không tan trong nước.

Để xác định hàm lượng các chất lơ lửng ta lấy 1 lít mẫu nước thải lọc qua phễu có giấy lọc tiêu chuẩn, rồi sấy khô lượng chất rắn đọng lại trên giấy lọc ở 105^0C cho tới khi khối lượng không đổi. Đem cân sẽ được tổng hàm lượng các chất lơ lửng trong 1 lít nước thải. Đơn vị tính là mg/l.

+ Tổng hàm lượng các chất hòa tan (DS): Các chất rắn hòa tan là những chất tan được trong nước, có kích thước rất nhỏ, bao gồm cả chất vô cơ lẫn chất hữu cơ.

Để xác định hàm lượng các chất hòa tan ta lấy 1 lít mẫu nước thải đã lọc qua phễu có giấy lọc tiêu chuẩn rồi cho vào tủ sấy, giữ ở nhiệt độ không đổi 105^0C cho tới khi lượng chất rắn không đổi. Đem cân sẽ được tổng hàm lượng các chất rắn hòa tan trong 1 lít nước thải. Đơn vị tính là mg/l.

DS = TS – SS

+ Tổng hàm lượng chất dễ bay hơi: Để đánh giá hàm lượng các chất hữu cơ có trong mẫu nước, người ta còn sử dụng các khái niệm tổng hàm lượng các chất không tan dễ bay hơi, tổng hàm lượng các chất hòa tan dễ bay hơi.

Hàm lượng các chất rắn lơ lửng dễ bay hơi (VSS) là lượng mất đi khi nung lượng chất rắn huyền phù (SS) ở 550^0C cho đến khi khối lượng không đổi.

Hàm lượng các chất rắn hòa tan dễ bay hơi (VDS) là lượng mất đi khi nung lượng chất rắn hòa tan (DS) ở 550^0C cho đến khi khối lượng không đổi.

1.1.2.2. Các chỉ tiêu hóa học

+ Độ pH: pH là đại lượng liên quan đến nồng độ H^+ trong nước có công thức là: $pH = -\log[H^+]$. pH là một chỉ tiêu cần được xác định để đánh giá chất lượng nguồn nước. Giá trị pH dao động trong khoảng 1 ÷ 14. Trị số pH cho biết

nước thải có tính trung hòa pH = 7 hay axit pH < 7 hoặc tính kiềm pH > 7. Ví dụ: Nước thải của nhà máy sản xuất bột giặt mang tính kiềm, nước thải sinh hoạt mang tính kiềm (pH = 7,2 ÷ 7,6), nước thải của nhà máy sản xuất pin có tính axit…

Sự thay đổi pH dẫn tới sự thay đổi thành phần hóa học của nước, thay đổi vận tốc của các phản ứng hóa sinh xảy ra trong nước. Giá trị pH của nước góp phần quyết định đến phương pháp xử lý. Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học rất nhạy cảm với sự dao động của trị số pH. Quá trình xử lý sinh học đòi hỏi giá trị pH trong khoảng 6,5 ÷ 8,5 (giá trị tối ưu hơn là từ 6,6 ÷ 7,6).

+ Độ cứng của nước: Độ cứng của nước gây nên bởi các ion (Ca^{2+}, Mg^{2+}) có mặt trong nước. Chúng phản ứng với một số anion tạo thành kết tủa.Các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} có thể tạo kết tủa với một số chất khoáng có trong nước, tạo lắng cặn trong nồi hơi, bình đun nước hoặc hệ thống dẫn nước. Trong kỹ thuật xử lý nước sử dụng ba loại khái niệm độ cứng:

- Độ cứng toàn phần biểu thị tổng hàm lượng các muối của ion canxi và magiê có trong nước.
- Độ cứng tạm thời biểu thị tổng hàm lượng muối cacbonat và bicacbonat của các ion Ca^{2+}, Mg^{2+} trong nước. Độ cứng tạm thời sẽ mất đi khi đun sôi.
- Độ cứng vĩnh cửu biểu thị tổng hàm lượng muối clorua và sunfat của các ion Ca^{2+}, Mg^{2+} trong nước. Độ cứng vĩnh cửu rất khó khắc phục bằng các phương pháp thông thường.

Tuỳ theo giá trị độ cứng, nước được phân loại thành:

- Nước mềm: độ cứng < 50 mg $CaCO_3$/l;
- Nước trung bình: độ cứng = 50 ÷ 150 mg $CaCO_3$/l;
- Nước cứng: độ cứng = 150 ÷ 300 mg $CaCO_3$/l;
- Nước rất cứng: độ cứng > 300 mg $CaCO_3$/l.

+ Hàm lượng oxi hòa tan (DO): Hàm lượng oxi hòa tan là thông số quan trọng đánh giá chất lượng nguồn nước. Mọi nguồn nước đều có khả năng tự làm

sạch nếu như còn đủ một lượng DO nhất định. DO trong nước được cung cấp bởi sự quang hợp của thực vật thủy sinh và sự hòa tan oxi từ không khí. Hàm lượng DO trong nước phụ thuộc nhiều yếu tố như áp suất, nhiệt độ, thành phần hóa học của nguồn nước, số lượng vi sinh, thủy sinh vật… Oxi hòa tan trong nước không tác dụng với nước về mặt hóa học. Hàm lượng DO bão hòa trong nước sạch ở áp suất 1 atm theo nhiệt độ bình thường khoảng 8 ÷ 10 mg/l. Trong quá trình xử lý hiếu khí luôn phải giữ DO trong nước thải từ 1,5 ÷ 4 mg/l để quá trình oxi hóa đạt hiệu suất cao.

Để xác định DO trong nước thải, người ta thường dùng phương pháp Iôt. Phương pháp này dựa vào quá trình oxi hóa Mn^{2+} thành Mn^{4+} trong môi trường kiềm và Mn^{4+} lại có khả năng oxi hóa I^- thành I_2 tự do trong môi trường axit. Như vậy lượng I_2 giải phóng tương đương với lượng oxi hòa tan trong nước thải. Lượng Iôt này được xác định bằng phương pháp chuẩn độ với dung dịch Natrithiosunfat ($Na_2S_2O_3$).

+ Nhu cầu oxi sinh hóa (BOD): Là lượng oxi cần thiết để vi khuẩn phân hủy các chất hữu cơ trong nước thải (đơn vị tính là mgO_2/l). BOD là một chỉ tiêu dùng để xác định mức độ nhiễm bẩn của nước, BOD của nước càng cao thì nước đó càng ô nhiễm. Trong môi trường nước, khi quá trình oxi hóa sinh học xảy ra thì các vi khuẩn sử dụng oxi hòa tan để oxi hóa các chất hữu cơ và chuyển hóa chúng thành các sản phẩm vô cơ bền như CO_2, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-} và NO_3^-…

Nước thải sinh hoạt có hàm lượng các chất hữu cơ dễ phân hủy cao, các chất chất hữu cơ khó phân hủy thấp. Nước thải của các ngành công nghiệp thuộc da, sản xuất giấy, dệt nhuộm có hàm lượng chất hữu cơ khó phân hủy cao. Nước thải có chứa hàm lượng chất hữu cơ dễ phân hủy cao thì phương pháp xử lý thường được sử dụng là dùng VSV.

Trong xử lý nước thải, nếu BOD < 1000 mg/l có thể xử lý bằng phương pháp hiếu khí, BOD > 1000 mg/l phải áp dụng xử lý qua kị khí kết hợp hiếu khí.

+ Nhu cầu oxi hóa học (COD): Là lượng oxi cần thiết để oxi hóa hoàn toàn các chất hữu cơ và một phần nhỏ các chất vô cơ dễ bị oxi hóa trong nước

thải (đơn vị là mgO_2/l). Chỉ tiêu nhu cầu oxi sinh hóa BOD_5 không đủ để phản ánh khả năng oxi hóa các chất hữu cơ khó bị oxi hóa và các chất vô cơ có thể bị oxi hóa có trong nước thải, nhất là nước thải công nghiệp. Như vậy, COD giúp phần nào đánh giá được lượng chất hữu cơ trong nước có thể bị oxi hóa bằng các chất hóa học (tức là đánh giá mức độ ô nhiễm của nước).

Trị số COD lớn hơn trị số BOD_5, tỷ số COD trên BOD luôn lớn hơn 1 và thay đổi tùy thuộc vào tính chất của nước thải. Khi tỷ số COD : BOD càng nhỏ thì xử lý sinh học càng dễ (COD : BOD = 1,4 ÷ 2).

Để xác định chỉ số COD trong nước ta sử dụng tác nhân có tính oxi hóa mạnh trong môi trường axit để oxi hóa chất hữu cơ. Ví dụ dùng chất oxi hóa mạnh như $K_2Cr_2O_7$ thì phương trình phản ứng như sau:

$$\text{Chất hữu cơ} + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \xrightarrow{Ag_2SO_4} CO_2 + H_2O + Cr^{3+}$$

Sau đó đem đo mật độ quang của dung dịch phản ứng trên, dựa vào đường chuẩn để xác định COD.

+ Tổng Nitơ (T-N): Hợp chất nitơ có trong nước thải thường là các hợp chất protein, axit amin, enzim, hoocmom và các sản phẩm phân hủy amôn, nitrat, nitrit. Chúng có vai trò quan trọng trong quá trình phát triển của vi sinh trong các công trình xử lý nước thải. Trong các thủy vực, nitơ là chất dinh dưỡng không thể thiếu cho động vật, thực vật, VSV phát triển. Tuy nhiên, hàm lượng các chất nitơ cao lại là nguyên nhân gây phú dưỡng thủy vực, kích thích sự phát triển của tảo, gây hiện tượng thủy triều đỏ, ảnh hưởng xấu đến môi trường, sinh vật, kinh tế, du lịch…

Trong nước thải, mối quan hệ giữa BOD_5 với nitơ và photpho có ảnh hưởng rất lớn đến sự hình thành và phát triển của VSV. Vì vậy, cần xác định chỉ số nitơ tổng và các chỉ số như: NH_4^+, NH_3, NO_3^-, NO_2^- để đánh giá mức độ và giai đoạn phân hủy chất hữu cơ trong nước thải. Khi trong nước có hàm lượng amoni NH_4^+ cao tức là nước mới bị ô nhiễm, có độ độc cao; hàm lượng nitrit (NO_2^-) cao tức là nước đã ô nhiễm một thời gian, vẫn còn độ độc. Còn khi hàm

lượng nitrat (NO_3^-) cao tức là nước đã bị ô nhiễm một thời gian khá lâu rồi. Quá trình oxi hóa đã xảy ra đến giai đoạn cuối, gần như không còn độc nữa.

Khi con người ăn thực phẩm hoặc uống nước có hàm lượng NO_2^-, NO_3^- cao gây nên bệnh trẻ xanh, ung thư dạ dày…

+ Tổng photpho (T-P): Photpho tồn tại trong nước dưới dạng: $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, PO_4^{3-}, polyphotphat ($Na_3(PO_3)_6$…) và photpho hữu cơ. Photpho cũng giống như nitơ, là chất dinh dưỡng cho các VSV sống và phát triển trong các công trình xử lý nước thải. Đây là một trong những nguồn dinh dưỡng cần thiết cho thực vật dưới nước phát triển, nhưng cũng là nhân tố góp phần thúc đẩy hiện tượng phú dưỡng và gây ô nhiễm ở các thủy vực. Thủy vực bị phú dưỡng do photpho khó khắc phục hơn nhiều so với phú dưỡng do nitơ.

Nước thải chứa hàm lượng photpho cao như nước thải sinh hoạt, nông nghiệp, chăn nuôi, sản xuất phân lân, phân tổng hợp, sản xuất bột giặt… Người ta thường xác định hàm lượng photpho tổng để xác định tỉ số BOD_5: N: P nhằm lựa chọn kỹ thuật xử lý thích hợp. Nếu sử dụng phương pháp sinh học trong xử lý nước thải thì tỉ số BOD_5: N: P bằng 100: 5: 1 mới có thể cung cấp đủ chất dinh dưỡng cho VSV. Ngoài ra còn xác lập tỉ số giữa P: N để đánh giá hàm lượng chất dinh dưỡng có trong nước.

+ Một số chỉ tiêu hóa học khác trong nước:

- Sắt: Sắt chỉ tồn tại dạng hòa tan trong nước ngầm dưới dạng muối Fe^{2+} của HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-… Còn trong nước bề mặt, Fe^{2+} nhanh chóng bị oxi hóa thành Fe^{3+} và bị kết tủa dưới dạng $Fe(OH)_3$.

$$2Fe(HCO_3)_2 + 0{,}5O_2 + H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)_3 + 4CO_2$$

Với hàm lượng sắt lớn hơn 0,5 mg/l nước có mùi tanh khó chịu, làm vàng quần áo khi giặt… Các cặn kết tủa của sắt có thể gây tắc nghẽn đường ống dẫn nước. Trong quá trình xử lý nước, sắt được loại bằng phương pháp thông khí và keo tụ.

- Clorua: Có nguồn gốc từ nước cấp, hiện tượng thẩm thấu từ nước biển hoặc do ô nhiễm từ các loại nước thải như mạ kẽm, khai thác dầu, sản xuất giấy…

Clorua tồn tại trong nước dưới dạng Cl^-. Nói chung ở mức nồng độ cho phép thì các hợp chất clorua không gây độc hại, nhưng với hàm lượng lớn hơn 250 mg/l làm cho nước có vị mặn. Nước có nhiều Cl^- có tính xâm thực bê tông.

- Sulfat: Ion SO_4^{2-} có thường có mặt trong nước là do quá trình oxy hóa các chất hữu cơ có chứa sunfua hoặc do ô nhiễm từ nguồn nước thải ngành dệt nhuộm, thuộc da, luyện kim, sản xuất giấy.

Nước nhiễm phèn thường chứa hàm lượng sunfat cao. Với hàm lượng sunfat cao hơn 400 mg/l, có thể gây mất nước trong cơ thể và làm tháo ruột, tổn hại cho sức khỏa con người. Ở điều kiện yếm khí, SO_4^{2-} phản ứng với chất hữu cơ tạo thành khí H_2S gây mùi hôi thối và có độc tính cao.

1.1.2.3. Chỉ tiêu vi sinh

Trong nước thải sinh hoạt chứa vô số sinh vật chủ yếu là vi sinh với số lượng từ $10^5 \div 10^6$ con trong 1 ml. Trong nước thiên nhiên cũng có nhiều loại vi trùng, siêu vi trùng, rong tảo và các loài thủy vi sinh khác. Tùy theo tính chất, các loại vi sinh trong nước có thể vô hại hoặc có hại. Nhóm có hại bao gồm các loại vi trùng gây bệnh, các loài rong rêu, tảo… Nhóm này cần phải loại bỏ khỏi nước trước khi sử dụng.

Chất lượng về mặt vi sinh của nước thường được biểu thị bằng nồng độ của vi khuẩn chỉ thị không gây bệnh - nhóm trực khuẩn (Colifom). Thông số được dùng rộng rãi là chỉ số E.Coli. Người ta thường chọn chỉ số E.Coli làm vi sinh vật chỉ thị với lý do sau:

- E.Coli đại diện cho nhóm vi khuẩn quan trọng nhất trong việc đánh giá mức độ vệ sinh và nó có đủ các tiêu chuẩn lý tưởng cho sinh vật chỉ thị.
- Nó có thể xác định theo các phương pháp phân tích vi sinh vật học thông thường ở các phòng thí nghiệm và có thể xác định sơ bộ trong điều kiện thực địa.

Theo tiêu chuẩn của WHO quy định nước đạt vệ sinh không quá 10 tế bào E.Coli trong 100ml nước, ở Việt Nam ≤ 20 tế bào/ 100ml nước.

1.1.3. Thành phần nước thải ngành công nghiệp sản xuất giấy [3]

Công nghệ sản xuất giấy là một trong những công nghệ sử dụng nhiều nước. Nước được dùng trong các công đoạn rửa nguyên liệu, nấu, tẩy, xeo giấy và sản xuất hơi nước.

Như vậy trong quá trình sản xuất giấy, hầu như tất cả lượng nước đưa vào sử dụng sẽ là lượng nước thải ra, trong đó những yếu tố gây ô nhiễm nguồn nước bao gồm:

- pH cao do kiềm dư.
- Thông số cảm quan (màu, mùi, bọt) chủ yếu là do dẫn xuất của lignin.
- Cặn lơ lửng (do bột giấy và các chất độn như cao lin gây ra).
- COD & BOD cao, do các chất hữu cơ hòa tan gây ra là chính. Các chất hữu cơ ở đây là lignin và các dẫn xuất của lignin, xenlulo các loại đường phân tử cao và một lượng nhỏ các hợp chất có nguồn gốc sinh học khác, trong trường hợp dùng clo để tẩy trắng có thêm dẫn xuất hữu cơ có chứa clo.

1.1.4. Các phương pháp xử lý nước thải công nghiệp [1, 2, 10]

Nước thải nói chung có chứa nhiều chất ô nhiễm khác nhau từ các loại chất rắn không tan, đến những loại chất rắn khó tan và những hợp chất tan trong nước. Do đó, để có thể loại bỏ được chúng thì chúng ta cần dựa vào đặc điểm của từng loại mà lựa chọn phương pháp xử lý thích hợp. Có bốn phương pháp xử lý nước thải:

- Phương pháp xử lý cơ học;
- Phương pháp xử lý hóa học;
- Phương pháp xử lý hóa lý;
- Phương pháp xử lý sinh học.

1.1.4.1. Phương pháp xử lý cơ học

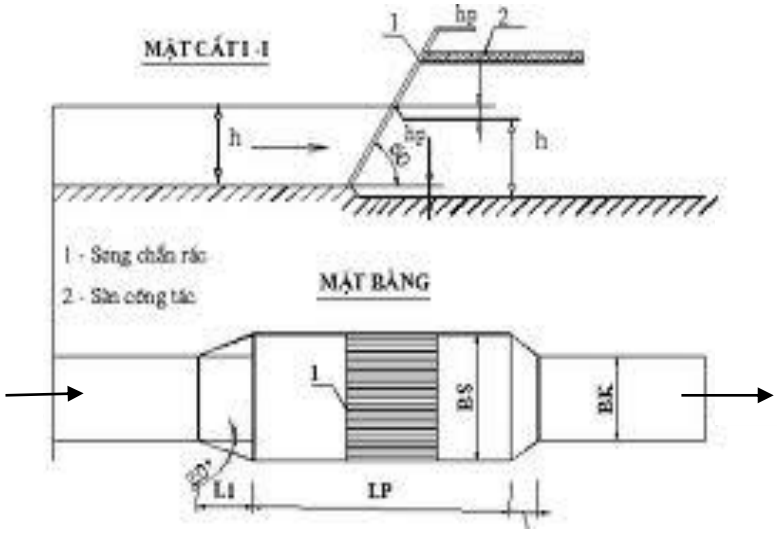
Gồm các quá trình mà khi nước thải đi qua các quá trình đó sẽ không thay đổi tính chất hóa học và sinh học của nó.

Trong nước thải thường chứa các loại tạp chất rắn không hòa tan và các chất rắn lơ lửng có kích thước lớn bị cuốn theo như: rơm, cỏ, gỗ mẩu, bao bì, giấy, giẻ, nhựa, dầu mỡ, các tạp chất nổi, cặn lơ lửng… Các loại cặn nặng như: sỏi, cát, mảnh kim loại, mảnh thủy tinh, các vụn gạch ngói… Để tách các chất này ra khỏi nước thải, ta thường sử dụng các phương pháp cơ học như lọc qua song chắn rác hoặc lưới chắn rác, lắng dưới tác dụng của trọng lực hoặc lực li tâm và lọc. Tùy theo kích thước, tính chất lý hóa, nồng độ chất lơ lửng, lưu lượng nước thải và mức độ cần làm sạch mà lựa chọn công nghệ xử lý thích hợp.

Ngoài ra thì xử lý cơ học còn giúp điều hòa lưu lượng và nồng độ chất ô nhiễm có trong nước thải. Xử lý cơ học là giai đoạn chuẩn bị và tạo điều kiện thuận lợi cho các quá trình xử lý tiếp theo. Một số công trình xử lý được ứng dụng để xử lý cơ học là: Song chắn rác, lưới chắn rác và thiết bị nghiền rác, bể lắng cát, bể điều hòa, bể lắng, lọc cơ học.

a. Song chắn rác, lưới chắn rác và thiết bị nghiền rác

Nước thải dẫn vào hệ thống xử lý trước hết phải qua song chắn rác hoặc thiết bị nghiền rác. Tại đây các thành phần có kích thước lớn như: giẻ, rác, vỏ đồ hộp, rác cây, bao nilon… được giữ lại. Nhờ đó tránh làm tắc bơm, đường ống hoặc kênh dẫn. Đây là bước quan trọng nhằm đảm bảo an toàn và điều kiện làm việc thuận lợi cho cả hệ thống xử lý nước thải phía sau. Vận tốc dòng chảy thường nằm trong khoảng 0,4 ÷ 1 m/s nhằm tránh lắng cát.



Hình 1.1. Song chắn rác

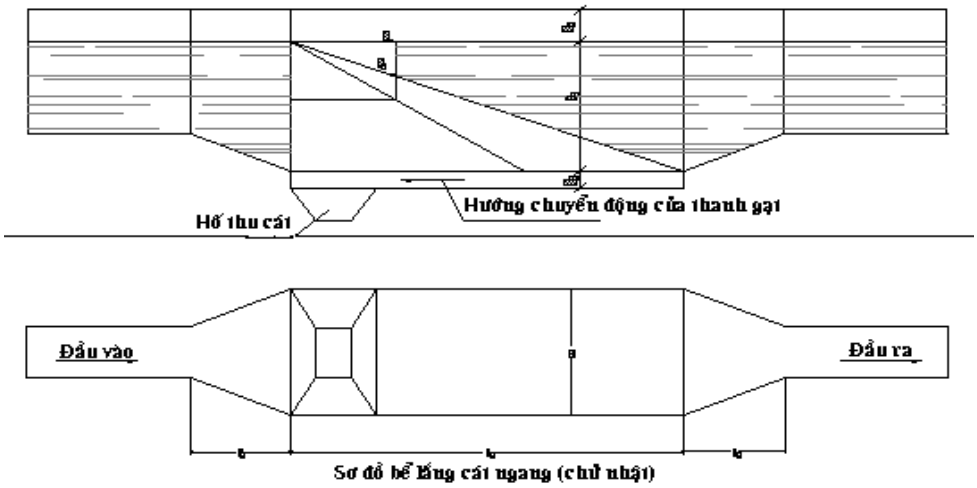
+ Song chắn rác: Thường làm bằng kim loại, có tiết diện tròn hoặc vuông được đặt ở cửa vào mương dẫn. Tùy theo kích thước khe hở, song chắn rác được phân ra thành các loại: thô, trung bình và mịn. Khoảng cách giữa các thanh chắn đối với song chắn rác thô từ 60 ÷ 100 mm, đối với song chắn rác mịn từ 10 ÷ 25 mm. Rác bị giữ lại có thể được lấy ra theo phương pháp thủ công hoặc dùng thiết bị cào rác cơ khí.

+ Lưới chắn rác: Được chia thành lưới chắn rác trung bình và lưới chắn rác mịn, tùy thuộc vào kích thước mắt lưới. Lưới chắn rác trung bình được chế tạo từ một tấm thép khoan lỗ với kích thước lỗ từ 5 ÷ 25 mm dùng để khử cặn và có thể đặt sau song chắn rác thô. Lưới chắn rác di động mịn dùng để lọc hoặc thu nhặt tảo với kích thước mắt lưới từ 15 ÷ 64 μm.

+ Thiết bị nghiền rác: Có thể thay thế cho song chắn rác, được dùng để nghiền, cắt vụn rác ra các mảnh nhỏ hơn và có kích thước đều hơn, không cần tách rác ra khỏi dòng chảy. Rác vụn này sẽ được giữ lại ở công trình phía sau như bể lắng cát, bể lắng đợt một. Thiết bị này có bất lợi khi rác nghiền chủ yếu là vải vụn vì có thể sẽ gây nguy hại cho cánh khuấy, tắc nghẽn ống dẫn bùn, hoặc dính chặt trên các ống khuếch tán khí trong hệ thống xử lý sinh học. Thông thường phải có song chắn rác đặt song song với thiết bị nghiền rác để hỗ trợ trong thời gian bảo dưỡng hoặc duy tu thiết bị nghiền rác.

b. Bể lắng cát

Bể lắng cát có nhiệm vụ loại bỏ cát, xỉ lò, các tạp chất vô cơ… có kích thước từ 0,2 ÷ 2 mm ra khỏi nước thải nhằm đảm bảo an toàn cho bơm khỏi bị cát, sỏi bào mòn, tránh tắc nghẽn đường ống và các công trình xử lý phía sau. Có ba loại bể lắng cát: bể lắng cát ngang, bể lắng cát thổi khí và bể lắng cát xoay (có khuấy trộn cơ khí).



Hình 1.2. Bể lắng cát ngang

+ Bể lắng cát ngang: Dòng chảy theo hướng ngang với vận tốc < 0,3 m/s. Bể lắng cát ngang thường được sử dụng cho các trạm xử lý có công suất nhỏ.

+ Bể lắng cát thổi khí: Khí nén được đưa vào một cạnh theo chiều dài tạo dòng chảy xoắn ốc, cát lắng xuống đáy dưới tác dụng của trọng lực. Cần kiểm soát tốc độ thổi khí sao cho tốc độ chuyển động của dòng chảy đủ chậm cho các hạt lắng được, đồng thời dễ dàng tách cặn hữu cơ bám trên hạt và đủ lớn để ngăn không cho các cặn hữu cơ lắng. Bể lắng cát thổi khí thường được áp dụng cho các trạm xử lý có công suất lớn.

+ Bể lắng cát xoay: Có dạng trụ tròn, nước thải được đưa vào theo phương tiếp tuyến tạo nên dòng chảy xoáy, cát tách khỏi nước lắng xuống đáy dưới tác dụng của trọng lực và lực ly tâm. Vận tốc trong bể được kiểm soát bằng cánh khuấy trục đứng.

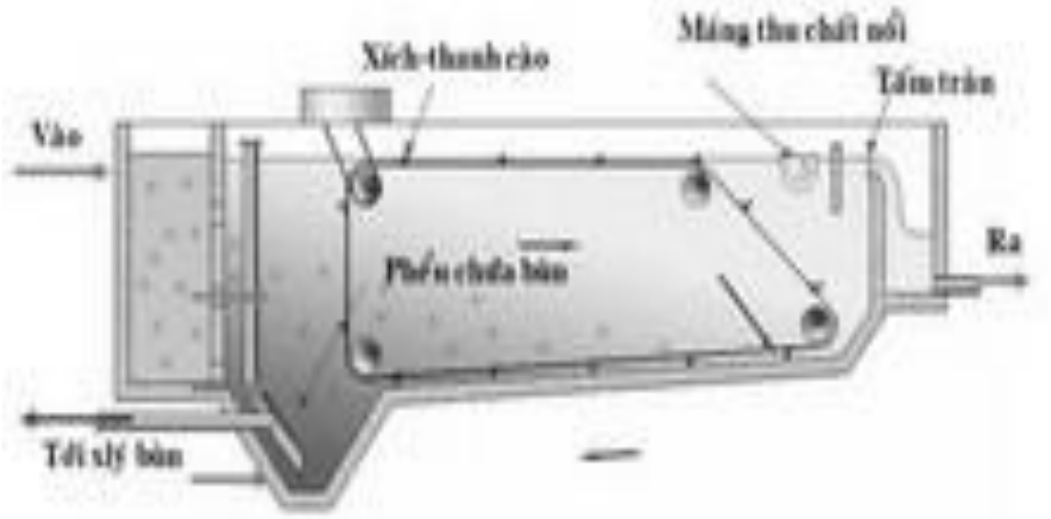
c. Bể điều hòa

Bể điều hòa có nhiệm vụ điều hòa về lưu lượng và nồng độ trên dòng thải và ngoài dòng thải. Ngoài ra bể điều hòa còn giúp nâng cao hiệu suất, đồng thời làm giảm kích thước cũng như chi phí của các công trình phía sau. Trong bể điều hòa thường có thiết bị khuấy trộn nhằm hòa trộn để san bằng nồng độ chất bẩn cho toàn hệ thống nước thải có trong bể và để ngăn ngừa cặn lắng trong bể, pha loãng nồng độ chất độc hại nếu có để đảm bảo chất lượng nước thải là ổn

định cho hệ thống xử lý sinh học phía sau. Trong bể cũng cần phải đặt các thiết bị thu gom và xả bọt, váng nổi.

d. Bể lắng

Bể lắng có nhiệm vụ lắng các hạt cặn lơ lửng có trong nước thải, bông cặn hình thành trong quá trình keo tụ tạo bông (bể lắng đợt 1) hoặc bông bùn hoạt tính và màng vi sinh được sinh ra trong quá trình xử lý sinh học (bể lắng đợt 2). Theo cấu tạo và hướng dòng chảy, bể lắng được phân thành bể lắng ngang và bể lắng đứng.



Hình 1.3. Bể lắng ngang

+ Bể lắng ngang: Dòng nước chảy theo phương ngang qua bể với vận tốc không lớn hơn 0,01 m/s và thời gian lưu nước từ 1,5 ÷ 2,5 giờ.

+ Bể lắng đứng: Nước thải chuyển động theo phương thẳng đứng từ dưới lên đến vách tràn với vận tốc 0,5 ÷ 0,6 m/s và thời gian lưu nước trong bể từ 0,75 ÷ 2 giờ.

e. Lọc cơ học

Lọc được ứng dụng trong xử lý nước thải để tách các tạp chất phân tán có kích thước nhỏ khi không thể loại bỏ được bằng phương pháp lắng. Thường sử dụng hai loại phim lọc dùng vật liệu lọc dạng tấp và dạng hạt.

Phim lọc dùng vật liệu dạng tấm: Có thể làm bằng tấm thép có đục lỗ hoặc lưới bằng thép không gỉ, nhôm, niken… và cả các loại sợi khác nhau (thủy

tinh, amiăng, bông, len, sợi tổng hợp). Tấm lọc cần có trở lực nhỏ, đủ bền và dẻo cơ học, không bị trương nở và phá hủy ở điều kiện lọc.

Phim lọc dùng vật liệu dạng hạt: Có thể là cát thạch anh, than gầy (anthracit), than cốc, sỏi, đá nghiền, thậm chí là cả than nâu, than bùn hay than gỗ. Đặc tính quan trọng của lớp hạt lọc là độ xốp và bề mặt riêng. Quá trình lọc có thể xảy ra dưới áp suất thủy tĩnh của cột chất lỏng hoặc áp suất cao trước vách vật liệu lọc hay áp suất chân không sau lớp vật liệu lọc.

Các phin lọc làm việc sẽ tách các phần tử tạp chất phân tán hoặc lơ lửng khó lắng ra khỏi nước. Các phin lọc làm việc không hoàn toàn dựa vào nguyên lý cơ học. Khi nước qua lớp lọc, dù ít dù nhiều cũng tạo ra một lớp màng trên bề mặt các hạt vật liệu lọc, đó là lớp màng sinh học. Do đó, ngoài tác dụng tách các phần tử tạp chất phân tán ra khỏi nước, các màng sinh học cũng đã biến đổi các chất hòa tan trong nước thải nhờ quần thể vi sinh vật có trong màng sinh học.

Chất bẩn và màng sinh học sẽ bám vào bề mặt vật liệu lọc dần dần bít các khe hở của lớp lọc làm cho dòng chảychậm dần lại hoặc ngừng chảy. Trong quá trình làm việc người ta phải rửa phin lọc, để tách bớt màng bẩn ra khỏi lớp vật liệu lọc.

Trong xử lý nước thải, thường dùng thiết bị lọc chậm, lọc nhanh, lọc kín, lọc hở. Ngoài ra còn dùng loại lọc ép khung bản, lọc quay chân không, các máy vi lọc hiện đại. Đặc biệt là đã cải tiến các vật liệu lọc trước đây thuần túy là lọc cơ học thành lọc sinh học, trong đó vai trò của màng sinh học được phát huy hơn nhiều. Tuy nhiên, quá trình lọc cơ học ít khi được ứng dụng trong xử lý nước thải, thường chỉ sử dụng trong trường hợp nước sau xử lý đòi hỏi có chất lượng cao.

1.1.4.2. Phương pháp xử lý hóa lý

a. Keo tụ

Trong nguồn nước thải, một phần các hạt thường tồn tại ở dạng các hạt keo mịn phân tán, kích thước rất nhỏ thường dao động từ 0,1 ÷ 10 μm. Các hạt này không nổi cũng không lắng rất khó tách loại. Quá trình keo tụ làm cho hạt

keo có khả năng kết dính lại với nhau và dính kết các hạt cặn lơ lửng trong nước, tạo thành các bông cặn lớn hơn có trọng lượng đáng kể. Do đó, bông cặn mới tạo ra sẽ dễ dàng lắng xuống ở bể lắng, quá trình này còn được gọi là quá trình tạo bông. Để thực hiện quá trình keo tụ, người ta cho vào trong nước các chất keo tụ thích hợp như: phèn PAC, phèn nhôm $Al_2(SO_4)_3$, phèn sắt ($FeSO_4$, $Fe_2(SO4)_3$ hoặc $FeCl_3$). Các loại phèn này được đưa vào nước thải dưới dạng dung dịch hòa tan.

+ Phèn PAC: PAC (Poli Aluminium Chloride) là loại phèn nhôm thế hệ mới tồn tại ở dạng cao phân tử (Polime). Hiện nay, để keo tụ cặn bẩn trong nước người ta sử dụng phèn PAC để thay thế cho phèn nhôm sunfat. Phèn PAC có nhiều ưu điểm hơn như:

- Hiệu quả lắng trong cao hơn 4 ÷ 5 lần.
- Thời gian keo tụ nhanh, ít làm biến động độ pH của nước.
- Không cần hoặc dùng rất ít chất hỗ trợ, không cần các thiết bị và thao tác phức tạp.
- Không làm đục nước khi dùng thừa hoặc thiếu phèn.
- PAC có khả năng loại bỏ các chất hữu cơ không tan cùng các kim loại nặng tốt hơn phèn sunfat.

+ Phèn nhôm: Khi cho phèn nhôm vào nước chúng sẽ phân ly thành các ion Al^{3+}, sau đó các ion này sẽ bị thủy phân thành $Al(OH)_3$.

$$Al^{3+} + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + 3H^+$$

Trong phản ứng thủy phân trên, ngoài $Al(OH)_3$ là nhân tố quyết định đến hiệu quả keo tụ tạo thành, còn giải phóng ra các ion H^+. Các ion H^+ này sẽ được khử bằng độ kiềm tự nhiên của nước (được đánh giá bằng HCO_3^-). Trường hợp độ kiềm tự nhiên của nước thấp, không đủ để trung hòa ion H^+ thì cần phải kiềm hóa nước. Chất dùng để kiềm hóa thông dụng nhất là vôi (CaO). Một số trường hợp khác có thể dùng Sô đa (Na_2CO_3) hoặc sút (NaOH). Thông thường phèn nhôm đạt hiệu quả keo tụ cao nhất khi pH của nước thải từ 5,5 ÷ 7,5.

+ Phèn sắt (II): Phèn sắt (II) khi cho vào nước sẽ phân ly thành ion Fe^{2+} và sau đó bị thủy phân thành $Fe(OH)_2$.

$$Fe^{2+} + 2H_2O \longrightarrow Fe(OH)_2 + 2H^+$$

$Fe(OH)_2$ vừa tạo thành vẫn còn độ hòa tan trong nước lớn, khi trong nước có oxy hòa tan, $Fe(OH)_2$ sẽ bị oxy hóa thành $Fe(OH)_3$.

$$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4Fe(OH)_3$$

Quá trình oxy hóa chỉ diễn ra tốt khi giá trị pH của nước từ 8 ÷ 9 và phải có độ kiềm cao. Vì vậy, thường dùng loại phèn này khi cần kết hợp vôi làm mềm nước.

+ Phèn sắt (III): Là loại $FeCl_3$ hoặc $Fe_2(SO_4)_3$ khi cho vào nước phân ly thành Fe^{3+} và bị thủy phân thành $Fe(OH)_3$.

$$Fe^{3+} + 3H_2O \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3H^+$$

Vì phèn sắt (III) không bị oxy hóa nên không cần nâng cao pH của nước như sắt (II). Phản ứng thủy phân xảy ra khi pH > 3,5 và quá trình kết tủa sẽ hình thành nhanh chóng khi pH = 5,5 ÷ 6,5.

Các muối sắt có ưu điểm hơn so với muối nhôm trong việc làm đông tụ các chất lơ lửng của nước vì:

- Tác dụng tốt hơn ở nhiệt độ thấp;
- Khoảng pH tác dụng rộng hơn;
- Tạo kích thước và độ bền bông keo lớn hơn;
- Có thể khử được mùi vị khi có H_2S.

Nhưng muối sắt cũng có nhược điểm, đó là chúng tạo thành phức chất hòa tan có màu làm cho nước có màu.

Trong quá trình keo tụ tạo bông của hydroxit nhôm hoặc sắt, người ta thường thêm vào các chất trợ keo tụ. Các chất này bao gồm: tinh bột, các ete, cellulose… Ngoài ra còn có các chất trợ keo tụ tổng hợp, chất hay dùng nhất là polyacrylamit. Việc dùng các chất bổ trợ này làm giảm liều lượng các chất keo tụ, giảm thời gian quá trình keo tụ và nâng cao tốc độ lắng của các bông keo.

b. Tuyển nổi

Phương pháp tuyển nổi thường được sử dụng để tách các tạp chất (ở dạng rắn hoặc lỏng) phân tán không tan, tự lắng kém khỏi pha lỏng. Trong một số trường hợp, quá trình này còn được dùng để tách các chất hòa tan như các chất hoạt động bề mặt. Trong xử lý nước thải, quá trình tuyển nổi thường được sử dụng để khử các chất lơ lửng, làm đặc bùn sinh học. Ưu điểm cơ bản của phương pháp này là có thể khử hoàn toàn các hạt nhỏ, nhẹ, lắng chậm trong thời gian ngắn.

Quá trình tuyển nổi được thực hiện bằng cách sục các bọt khí nhỏ vào pha lỏng. Các bọt khí này sẽ kết dính với các hạt cặn. Khi khối lượng riêng của tập hợp bọt khí và cặn nhỏ hơn khối lượng riêng của nước, cặn sẽ theo bọt nổi lên bề mặt. Hiệu suất quá trình tuyển nổi phụ thuộc vào số lượng, kích thước bọt khí, hàm lượng chất rắn.

Tùy theo phương thức cấp không khí vào nước, quá trình tuyển nổi bao gồm các dạng sau:

+ Tuyển nổi bằng khí phân tán: Khí nén được thổi trực tiếp vào bể tuyển nổi để tạo thành các bọt khí có kích thước từ 0,1 ÷ 1 mm, gây xáo trộn hỗn hợp khí - nước chứa cặn. Cặn tiếp xúc với bọt khí, kết dính và nổi lên bề mặt.

+ Tuyển nổi chân không: Bão hòa không khí ở áp suất khí quyển, sau đó thoát khí ra khỏi nước ở áp suất chân không. Hệ thống này ít được sử dụng trong thực tế vì khó vận hành và chi phí cao.

+ Tuyển nổi bằng khí hòa tan: Sục không khí vào nước ở áp suất cao (2 ÷ 4 atm), sau đó giảm áp suất giải phóng khí. Không khí thoát ra sẽ tạo thành bọt khí có kích thước 20 ÷ 100µm.

c. Hấp phụ

Phương pháp hấp phụ được ứng dụng rộng rãi để làm sạch nước thải triệt để khỏi các chất hữu cơ hòa tan sau khi xử lý bằng phương pháp sinh học, cũng như khi nồng độ của chúng không cao và chúng không bị phân hủy bởi vi sinh vật hay chúng rất độc. Hấp phụ được ứng dụng để khử độc nước thải khỏi thuốc

diệt cỏ, trừ sâu, thuốc sát trùng, phenol, các chất hoạt động bề mặt… Ưu điểm của phương pháp hấp phụ là hiệu quả cao (80 ÷ 95%), có khả năng xử lý nhiều chất trong nước thải và đồng thời có khả năng thu hồi những chất này.

Quá trình hấp phụ được thực hiện bằng cách cho tiếp xúc hai pha không hòa tan là pha rắn (chất hấp phụ) với pha khí hoặc pha lỏng (chất bị hấp phụ). Chất bị hấp phụ sẽ đi từ pha lỏng (hoặc pha khí) đến pha rắn cho đến khi nồng độ dung dịch đạt cân bằng.

Các chất hấp phụ thường dùng là: Than hoạt tính, đất sét hoạt tính, silicagel, keo nhôm, một số chất tổng hợp hoặc chất thải trong sản xuất (tro, xỉ, mạt cưa). Trong những chất trên thì than hoạt tính (dạng bột và dạng hạt) là chất hấp phụ được dùng phổ biến nhất. Lượng chất hấp phụ tùy thuộc vào khả năng hấp phụ của từng chất và hàm lượng chất bẩn có trong nước.

d. Trao đổi ion

Phương pháp này có thể tương đối triệt để các tạp chất ở trạng thái ion trong nước như: Zn, Cu, Cr, Ni, Mn, Hg… cũng như các hợp chất của asen, photpho, cyanua, chất phóng xạ. Người ta thường sử dụng nhựa trao đổi ion nhằm hai mục đích: khử cứng và khử khoáng.

+ Khử cứng: Cho nước cần xử lý chảy qua cột nhựa cation ở dạng RNa

$$2RNa + CaSO_4 \longrightarrow R_2Ca + Na_2SO_4$$

$$2RNa + MgSO_4 \longrightarrow R_2Mg + Na_2SO_4$$

Khi lớp nhựa cation mất hiệu lực, người ta sẽ tái sinh bằng dung dịch muối ăn NaCl

$$R_2Ca + 2NaCl \longrightarrow 2RNa + CaCl_2$$

$$R_2Mg + 2NaCl \longrightarrow 2RNa + MgCl_2$$

+ Khử khoáng: Cho nước cần xử lý chảy qua từng cột nhựa cation và nhựa anion riêng rẽ hay qua một cột kết hợp giữa nhựa cation và nhựa anion:

$$RSO_3H + NaCl \longrightarrow RSO_3Na + HCl$$

$$2RSO_3H + Na_2SO_4 \longrightarrow 2RSO_3Na + H_2SO_4$$

$$RSO_3H + NaHCO_3 \longrightarrow RSO_3Na + CO_2 + H_2O$$

$$RSO_3H + Na_2CO_3 \longrightarrow 2RSO_3Na + CO_2 + H_2O$$

$$ROH + HCl \longrightarrow RCl + H2O$$

$$2ROH + H_2SO_4 \longrightarrow R_2SO_4 + H_2O$$

Khi lớp nhựa cation và nhựa anion mất hiệu lực, người ta tái sinh bằng dung dịch axit HCl và dung dịch xút NaOH như sau:

$$RSO_3Na + HCl \longrightarrow RSO_3H + NaCl$$

$$RCl + NaOH \longrightarrow ROH + NaCl$$

1.1.4.3. Phương pháp xử lý hóa học

a. Trung hòa

Nước thải thường có những giá trị pH khác nhau, do đó cần phải tiến hành trung hòa và điều chỉnh pH của nước thải về khoảng 6,5 ÷ 8,5 tạo điều kiện thích hợp cho các quá trình xử lý hóa lý và sinh học.

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

Trung hòa nước thải có thể thực hiện bằng nhiều cách:

- Trộn lẫn nước thải axít và nước thải kiềm;
- Bổ sung các tác nhân hóa học;
- Lọc nước axit qua vật liệu có tác dụng trung hòa;
- Hấp thụ khí axít bằng nước kiềm hoặc hấp thụ ammoniac bằng nước axít.

Mặc dù quá trình đơn giản về lý thuyết, nhưng vẫn có thể gây ra một số vấn đề trong thực tế như: giải phóng các chất ô nhiễm dễ bay hơi, sinh nhiệt, làm rỉ sét máy móc thiết bị…

Vôi $Ca(OH)_2$ được sử dụng rộng rãi như một bazơ dùng để xử lý các loại nước thải có tính axit, trong khi đó axit sunfuric H_2SO_4 là một chất tương đối rẻ tiền dùng để xử lý nước thải có tính bazơ.

b. Oxy hóa – khử

Phương pháp oxi hóa - khử được dùng để:

- Khử trùng nước thải nhằm tiêu diệt các loại vi sinh vật, tảo, động vật nguyên sinh, giun, sán…

- Biến đổi một chất không phân hủy sinh học thành nhiều chất đơn giản hơn, có khả năng đồng hóa bằng vi khuẩn.
- Loại bỏ các kim loại nặng trong nước thải: Cu, Pb, Zn, Cr, Ni, As… và một số chất độc như cyanua.
- Chuyển một nguyên tố hòa tan sang kết tủa hoặc sang thể khí.

Các chất oxy hóa thông dụng như: O_3, Cl_2, H_2O_2, $KMnO_4$… Quá trình này thường phụ thuộc vào pH và sự có mặt của chất xúc tác.

c. Kết tủa hóa học

Kết tủa hóa học thường được sử dụng để loại trừ các kim loại nặng trong nước. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi nhất để kết tủa các kim loại và tạo thành hydroxide, ví dụ:

$$Cr^{3+} + 3OH^- \longrightarrow Cr(OH)_3$$

$$Fe^{3+} + 3OH^- \longrightarrow Fe(OH)_3$$

Phương pháp kết tủa hóa học hay được sử dụng nhất là phương pháp tạo kết tủa với vôi. Soda cũng có thể được sử dụng để kết tủa các kim loại dưới dạng $Fe(OH)_3$, $CaCO_3$… Anion carbonate tạo ra hydroxide do phản ứng thủy phân với nước:

$$CO_3^{2-} + H_2O \longrightarrow HCO_3^- + OH^-$$

1.1.4.4. Phương pháp xử lý sinh học

Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học là dựa trên cơ sở hoạt động sống của vi sinh vật nhằm loại bỏ các chất hữu cơ hòa tan có trong nước thải, cũng như một số chất vô cơ như: H_2S, Sunfit, amoniac, các muối nitrat… ra khỏi nước thải. Phương pháp xử lý sinh học được sử dụng khi trong nước thải có và pH giao động trong khoảng 6,5 ÷ 8,5 và tỷ lệ BOD: N: P = 100: 5:1, COD : BOD $\leq$ 2.

Vi sinh vật sử dụng chất hữu cơ và một số khoáng chất để sinh trưởng và phát triển. Quá trình xử lý sinh học gồm các bước sau:

- Chuyển hóa các hợp chất hữu cơ có nguồn gốc cacbon ở dạng keo và dạng hòa tan thành thể khí và thành các vỏ tế bào vi sinh.

- Tạo ra các bông cặn sinh học gồm các tế bào sinh vật và các chất keo vô cơ có trong nước thải.
- Loại các bông cặn sinh học ra khỏi nước thải bằng phương pháp lắng trọng lực.

Do vi sinh vật đóng vai trò chủ yếu trong quá trình xử lý sinh học nên tùy vào tính chất hoạt động của chúng, phương pháp xử lý sinh học có thể chia thành hai loại: phương pháp xử lý kị khí và phương pháp xử lý hiếu khí. Ngoài ra trong một số trường hợp, người ta cũng sử dụng kết hợp cả hai quá trình kị khí và hiếu khí.

- **Phương pháp kị khí**

Phương pháp kị khí sử dụng nhóm vi sinh vật kị khí, hoạt động trong điều kiện không có oxi. Quá trình phân hủy kị khí các chất hữu cơ là các quá trình sinh hóa phức tạp tạo ra hàng trăm sản phẩm trung gian và phản ứng trung gian. Tuy nhiên, phương trình phản ứng sinh hóa trong điều kiện kị khí có thể biểu diễn đơn giản như sau:

$$\text{Chất hữu cơ} \xrightarrow{\text{Vi sinh vật}} CH_4 + CO_2 + H_2 + NH_3 + H_2S + \text{Tế bào mới}$$

Một cách tổng quát, quá trình phân hủy kỵ khí xảy ra theo 4 giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Thủy phân, cắt mạch các hợp chất cao phân tử;
- Giai đoạn 2: Axit hóa;
- Giai đoạn 3: Acetat hóa;
- Giai đoạn 4: Methan hóa.

Các chất thải hữu cơ chứa nhiều chất hữu cơ cao phân tử như proteins, chất béo, carbohydrates, celluloses, lignin… Trong giai đoạn thủy phân, sẽ được cắt mạch tạo những phân tử đơn giản hơn, dễ phân hủy hơn. Các phản ứng thủy phân sẽ chuyển hóa protein thành amino axit, carbohydrate thành đường đơn, và chất béo thành các axit béo. Trong giai đoạn axit hóa, các chất hữu cơ đơn giản lại được tiếp tục chuyển hóa thành axit acetic, H_2 và CO_2. Các axit béo dễ bay hơi chủ yếu là axit acetic, axit propionic và axit lactic. Bên cạnh đó, CO_2 và H_2, methanol, các rượu đơn giản khác cũng được hình thành trong quá trình cắt

mạch carbohydrate. Vi sinh vật chuyển hóa methan chỉ có thể phân hủy một số loại cơ chất nhất định như $CO_2 + H_2$, formate, acetate, methanol, methylamines, và CO. Các phương trình phản ứng diễn ra như sau:

$$4H_2 + CO_2 \longrightarrow CH_4 + 2H_2O$$

$$4HCOOH \longrightarrow CH_4 + 3CO_2 + 2H_2O$$

$$CH_3COOH \longrightarrow CH_4 + CO_2$$

$$4CH_3OH \longrightarrow 3CH_4 + CO_2 + H_2O$$

$$4(CH_3)_3N + H_2O \longrightarrow 9CH_4 + 3CO_2 + 6H_2O + 4NH_3$$

Tùy theo trạng thái của bùn, có thể chia quá trình xử lý kị khí thành:

- Quá trình xử lý kị khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng như quá trình tiếp xúc kị khí (Anaerobic Contact Process), quá trình xử lý bằng lớp bùn kị khí với dòng nước đi từ dưới lên (UASB);
- Qúa trình xử lý kị khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám như quá trình lọc kị khí (Anaerobic Filter Process).

- **Phương pháp hiếu khí**

Sử dụng nhóm vi sinh vật hiếu khí, quá trình xử lý diễn ra trong điều kiện cung cấp oxy liên tục. Quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học hiếu khí gồm 3 giai đoạn:

- Oxy hóa các chất hữu cơ:

$$C_xH_yO_z + O_2 \xrightarrow{\text{Enzym}} CO_2 + H_2O + \Delta H$$

- Tổng hợp tế bào mới:

$$C_xH_yO_z + O_2 + NH_3 \xrightarrow{\text{Enzym}} \text{Tế bào vi khuẩn } (C_5H_7O_2N) + CO_2 + H_2O - \Delta H$$

- Phân hủy nội bào:

$$C_5H_7O_2N + O_2 \xrightarrow{\text{Enzym}} 5CO_2 + H_2O + NH_3 \pm \Delta H$$

Các quá trình xử lý sinh học bằng phương pháp hiếu khí có thể xảy ra ở điều kiện tự nhiên hoặc nhân tạo. Trong các công trình xử lý nhân tạo, người ta tạo điều kiện tối ưu cho quá trình oxy hóa sinh hóa nên quá trình xử lý có tốc độ

và hiệu suất cao hơn rất nhiều. Tùy theo trạng thái tồn tại của vi sinh vật, quá trình xử lý sinh học hiếu khí nhân tạo có thể chia thành:

- Xử lý sinh học hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng chủ yếu được sử dụng để khử chất hữu cơ chứa carbon như quá trình bùn hoạt tính, hồ làm thoáng, bể phản ứng hoạt động gián đoạn, quá trình lên men phân hủy hiếu khí. Trong số các quá trình này, quá trình bùn hoạt tính là quá trình phổ biến nhất.
- Xử lý sinh học hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám như quá trình bùn hoạt tính dính bám, bể lọc nhỏ giọt, bể lọc cao tải, đĩa sinh học, bể phản ứng nitrate với màng cố định.

+ Một hệ thống xử lý hoàn chỉnh thường kết hợp một số các thành phần kể trên, tùy theo tính chất của nước thải, mức độ tài chính và yêu cầu xử lý mà người ta có thể chọn các công đoạn.

1.2. Tổng quan về ngành công nghiệp sản xuất giấy [9, 11]

Giấy là một sản phẩm không thể thiếu trong hoạt động đời sống xã hội trên toàn thế giới. Từ xa xưa giấy đã giúp con người lưu trữ được các thông tin của xã hội thời bấy giờ. Ngày nay, mặc dù sự phát triển của công nghệ thông tin phát triển mạnh nhưng vai trò của giấy vẫn rất quan trọng. Để giúp cho việc học tập, in ấn, báo chí, hội họa phải cần rất nhiều đến giấy, ngoài ra các nhu cầu về bao bì giấy, bìa giấy cũng tăng theo sự phát triển của xã hội.

1.2.1. Lịch sử phát triển ngành giấy

1.2.1.1. Trên thế giới

Giấy là một sản phẩm của nền văn minh nhân loại với lịch sử phát triển lâu đời hàng nghìn năm. Từ thời cổ đại, người Ai Cập đã biết làm ra giấy từ sợi của cây papyrus mọc bên bờ sông Nile.

Lúc đầu phương pháp sản xuất giấy khá đơn giản: người ta nghiền ướt các nguyên liệu từ sợi thực vật (như gỗ, tre, nứa...) thành bột nhão rồi trải ra từng lớp mỏng và sấy khô. Nhờ quá trình này các sợi thực vật sẽ liên kết với nhau tạo thành tờ giấy. Nhiều thế kỷ trôi qua, mãi đến giữa thế kỷ thứ 8 phát minh này

của người Trung Hoa mới được phổ biến đến các nước Hồi giáo ở Trung Á. Sau đó, quy trình sản xuất giấy được du nhập vào châu Âu. Đến thế kỷ 14 các xưởng sản xuất giấy đã xuất hiện ở Tây Ban Nha, Italia, Pháp và Đức. Khi đó giấy được sản xuất bằng phương pháp thủ công, nguyên liệu là bông và vải lanh vụn.

Đầu thế kỷ 19, sản xuất giấy được cơ giới hóa ngày càng nhiều, năng suất lao động tăng cao và nhu cầu về nguyên liệu vải vụn cũng ngày càng tăng. Sau đó gỗ đã được sử dụng để làm nguyên liệu sản xuất giấy thay cho vải vụn. Năm 1840, ở Đức người ta đã phát triển phương pháp nghiền gỗ thành bột giấy bằng thiết bị nghiền cơ học. Năm 1866, nhà hóa học Mỹ Benjamin Tighman đưa ra quy trình sản xuất bột giấy bằng phương pháp hóa học, sử dụng Na_2SO_3 để nấu gỗ vụn thành bột giấy. Năm 1880 nhà hóa học Đức Carl F.Dahl phát minh ra phương pháp nấu bột giấy bằng Na_2SO_3 và NaOH. Từ lúc đó gỗ trở thành nguyên liệu chính để sản xuất giấy.

1.2.1.2. Tại Việt Nam

Ngành giấy là một trong những ngành được hình thành từ rất sớm tại Việt Nam, khoảng năm 284. Từ giai đoạn này đến đầu thế kỷ 20, giấy được làm bằng phương pháp thủ công để phục vụ cho việc ghi chép, làm tranh dân gian, vàng mã…

Năm 1912, nhà máy sản xuất bột giấy đầu tiên bằng phương pháp công nghiệp đi vào hoạt động với công suất 4.000 tấn giấy/năm tại Việt Trì. Trong thập niên 1960, nhiều nhà máy giấy được đầu tư xây dựng nhưng hầu hết đều có công suất nhỏ (dưới 20.000 tấn/năm) như Nhà máy giấy Việt Trì; Nhà máy bột giấy Vạn Điểm; Nhà máy giấy Đồng Nai; Nhà máy giấy Tân Mai v.v. Năm 1975, tổng công suất thiết kế của ngành giấy Việt Nam là 72.000 tấn/năm nhưng do ảnh hưởng của chiến tranh và mất cân đối giữa sản lượng bột giấy và giấy nên sản lượng thực tế chỉ đạt 28.000 tấn/năm.

Năm 1982, Nhà máy giấy Bãi Bằng do Chính phủ Thụy Điển tài trợ đã đi vào sản xuất với công suất thiết kế là 53.000 tấn bột giấy/năm và 55.000 tấn giấy/năm, dây chuyền sản xuất khép kín, sử dụng công nghệ cơ-lý và tự động

hóa. Nhà máy cũng xây dựng được vùng nguyên liệu, cơ sở hạ tầng, cơ sở phụ trợ như điện, hóa chất và trường đào tạo nghề phục vụ cho hoạt động sản xuất.

1.2.2. Nguyên liệu sản xuất giấy

Nguyên liệu chính để sản xuất giấy và bột giấy là sợi xenlulozo từ nguyên liệu nguyên thủy (gỗ và phi gỗ). Bên cạnh đó, giấy loại đang ngày càng trở thành nguồn nguyên liệu chủ yếu trong sản xuất giấy.

- Nguyên liệu từ gỗ là các loại cây lá rộng hoặc lá kim.
- Nguyên liệu phi gỗ như các loại tre nứa, phế phẩm sản xuất công-nông nghiệp như rơm rạ, bã mía... Chi phí sản xuất thấp nhưng không phù hợp với nhà máy có công suất lớn do nguyên liệu loại này được cung cấp theo mùa vụ và khó khăn trong việc cất trữ.
- Giấy loại ngày càng được sử dụng nhiều làm nguyên liệu cho ngành giấy do ưu điểm tiết kiệm được chi phí sản xuất. Giá thành bột giấy từ giấy loại luôn thấp hơn các loại bột giấy từ các loại nguyên liệu nguyên thủy vì chi phí vận chuyển, thu mua và xử lý thấp hơn. Tính trung bình sản xuất 1 tấn giấy từ giấy loại tiết kiệm được 17 cây gỗ và 1.500 lít dầu, giảm được 74% khí thải và 35% nước thải so với sản xuất giấy từ nguyên liệu nguyên thủy. Hơn nữa, chi phí đầu tư dây chuyền xử lý giấy loại thấp hơn dây chuyền sản xuất bột giấy từ các nguyên liệu nguyên thủy. Bên cạnh đó sản xuất giấy từ giấy loại có tác dụng bảo vệ môi trường. Tuy nhiên bột giấy tái chế có chất lượng kém hơn do đó không thể sử dụng để sản xuất các loại sản phẩm chất lượng cao.

Nguồn giấy loại được cung cấp từ 2 nguồn là thu gom và nhập khẩu. Giấy loại nhập khẩu vào Việt Nam chủ yếu được nhập từ Mỹ, Nhật và New Zealand. Nguồn thu gom trong nước chủ yếu qua đồng nát là những người thu gom riêng lẻ lùng sục từng ngõ ngách, các công ty vệ sinh, những người bới rác, các trạm thu mua trung gian. Hiện nay việc thu gom giấy tái chế diễn ra khá tự phát. Do đó tỉ lệ thu hồi giấy đã qua sử dụng ở Việt Nam rất thấp chỉ khoảng 25% so với 38% ở Trung Quốc hay 65% ở Thái Lan.

1.2.3. Dây chuyền công nghệ sản xuất giấy [4]

Công nghệ sản xuất giấy bao gồm hai công đoạn chính là sản xuất bột giấy và xeo giấy.

1.2.3.1. Sản xuất bột giấy

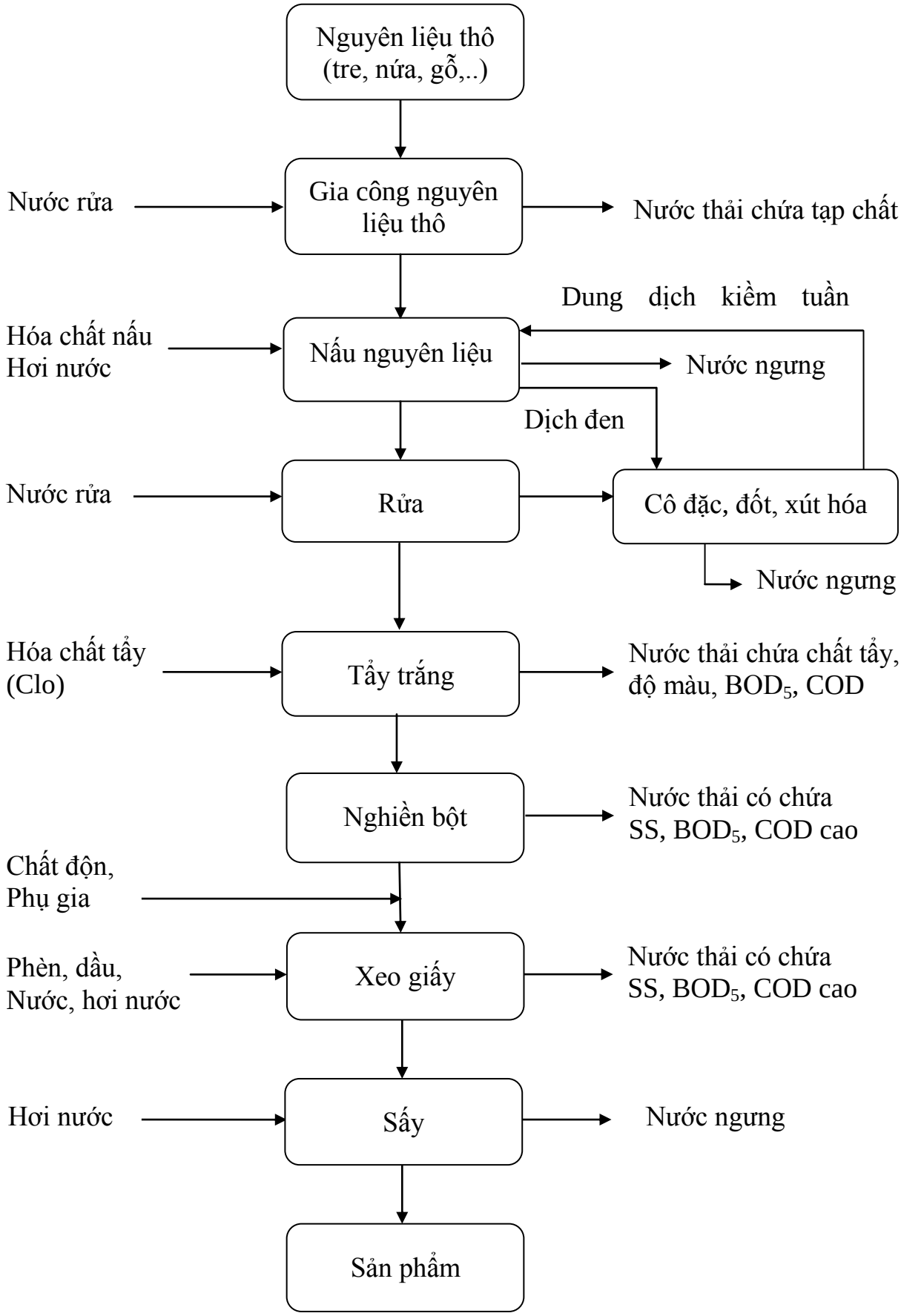
Sản xuất bột giấy là quá trình gia công xử lý nguyên liệu để tách và thu xenlulozo. Bột giấy thu được có hàm lượng xenlulozo càng cao càng tốt. Những loại cây dùng làm giấy cần phải có hàm lượng xenlulozo cao hơn 35%. Các thành phần khác như hemixenluloze, lignin… cần phải thấp để giảm hóa chất dùng cho nấu, tẩy.

Các phương pháp sản xuất bột giấy gồm có: cơ học, nhiệt học và hóa học. Trong các phương pháp đều dùng hóa chất để nấu nhằm tách lignin và các tạp chất ra khỏi xenlulozo. Sulfat và sulfit là hai hóa chất được dùng phổ biến,có thể áp dụng nấu nhiều loại nguyên liệu như gỗ, tre, nứa và có khả năng thu hồi hóa chất bằng phương pháp cô đặc-đốt-xút hóa, dịch đen sinh ra được tái sinh và sử dụng lại như dung dịch kiềm cho công đoạn nấu. Nước thải của quá trình nấu gọi là dịch đen chứa các hợp chất chứa natri (chủ yếu là Na_2SO_4), ngoài ra còn có NaOH, Na_2S, Na_2CO_3 và lignin cùng các sản phẩm thủy phân hydratcacbon và axit hữu cơ.

1.2.3.2. Tạo hình giấy từ bột giấy (xeo giấy)

Bột giấy sau khi được tẩy trắng sẽ được đưa tiếp sang công đoạn làm giấy ở trong cùng một nhà máy hoặc có thể nhà máy khác. Công đoạn này là tạo hình sản phẩm trên lưới và thoát nước để giảm độ ẩm của giấy. Nguyên liệu của quá trình này là bột giấy, giấy cũ…

Có nhiều công nghệ sản xuất giấy khác nhau, nhưng nhìn chung các doanh nghiệp sản xuất giấy sử dụng công nghệ phổ biến như hình 1:



Hình 1.4. Sơ đồ quy trình công nghệ sản xuất giấy kèm theo dòng thải

* Thuyết minh sơ đồ công nghệ:

+ Gia công nguyên liệu thô: Rửa sạch nguyên liệu (sủ dụng dòng nước có áp lực cao), loại bỏ tạp chất, cắt nhỏ. Dòng thải rửa nguyên liệu chứa các chất hữu cơ hòa tan, đất đá, sỏi cát, thuốc bảo vệ thực vật, vỏ cây…

+ Nấu: Nhằm tách lignin và các hemixenlulôzơ ra khỏi nguyên liệu ban đầu.Trong quá trình này ta cho các hóa chất kiềm hòa tan vào để thủy phân lignin và hemixenlulozo như: dung dịch muối sulfit hay axit loãng đun sôi…

+ Rửa bột: Nhằm mục đích tách bột xenlulozo ra khỏi dung dịch nấu (dịch đen), nước rửa thường sử dụng là nước sạch.

Dòng thải từ quá trình nấu và rửa sau nấu thường chứa phần lớn các chất hữu cơ hòa tan, các hóa chất nấu và một phần xơ sợi; dòng thải có màu tối nên gọi là dịch đen. Dòng thải này sau đó sẽ được tái sinh để thu hồi bột giấy.

+ Tẩy trắng: Quá trình này nhằm tách lignin và một số thành phần còn tồn dư trong bột giấy. Để khử lignin người ta dùng các chất oxi hóa như: clo, hyppoclorit, ozon… Theo truyền thống, quá trình tẩy trắng gồm ba giai đoạn chính:

- Giai đoạn clo hóa: clo hóa lượng lignin còn sót lại trong bột giấy.
- Giai đoạn thủy phân kiềm: sản phẩm lignin hòa tan trong kiềm nóng được tách ra khỏi bột giấy.
- Giai đoạn tẩy oxy hóa: thay đổi cấu trúc mang màu còn sót lại trong bột giấy.

Dòng thải từ quá trình tẩy trắng này thường chứa các hợp chất hữu cơ, lignin hòa tan và hợp chất tạo thành của những chất đó với chất tẩy ở dạng độc hại, có khả năng tích tụ sinh học trong cơ thể sống như các hợp chất clo hữu cơ (AOX: Adsorbable Organic Halogens), làm tăng AOX trong nước thải. Dòng thải này có độ màu, giá trị BOD và COD cao.

+ Nghiền bột: Quá trình này nhằm mục đích là làm cho các xơ sợi được hydrat hóa và trở nên dẻo dai, tăng bề mặt hoạt tính, giải phóng gốc hydroxit làm tăng diện tích bề mặt, tăng độ mềm mại, hình thành độ bền của tờ giấy.

+ Xeo giấy: Xeo giấy là quá trình tạo hình sản phẩm trên lưới và thoát nước để giảm độ ẩm của giấy. Sau khi bột được nghiền sẽ được trộn với chất độn và chất phụ gia trước khi đến giai đoạn xeo giấy.Tùy theo chất lượng mong muốn mà ta có thể thêm vào các chất phụ gia sau:

- Các chất vô cơ: cao lanh, $CaCO_3$, oxit titan...
- Các chất hữu cơ: tinh bột biến tính, axit lactic.
- Các chất màu: nhôm sulfat (tác nhân khử mực).

Dòng thải từ quá trình nghiền bột và xeo giấy chủ yếu chứa xơ sợi mịn, giấy ở dạng lơ lửng và các chất phụ gia như nhựa thông, phẩm màu, cao lanh.

+ Sấy: Giấy sau khi xeo sẽ được sấy khô để có được sản phẩm khô.

1.2.4. Hiện trạng nghành công nghiệp giấy ở Việt Nam [9, 11]

Ngành giấy Việt Nam đang đứng trước những cơ hội phát triển mạnh mẽ. Công nghiệp tăng trưởng nhanh, đời sống nhân dân được cải thiện, nhu cầu sử dụng ngày càng tăng lên. Sản lượng giấy cả năm 2010 đã tăng gần 10% so với năm 2009, ước đạt 1,85 triệu tấn.

Nhưng nhìn chung trình độ công nghệ của ngành giấy Việt Nam rất lạc hậu, quy mô sản xuất của các doanh nghiệp giấy còn nhỏ, năng lực sản xuất bột giấy mới chỉ đáp ứng được 50% nhu cầu sản xuất giấy. Do đó ngành công nghiệp giấy luôn phải phụ thuộc vào nguồn bột giấy nhập khẩu. Hiện nay chỉ có Công ty Giấy Bãi Bằng và Công ty cổ phần Giấy Tân Mai chủ động đáp ứng được khoảng 80% tổng số bột cho sản xuất giấy của mình. Ngành giấy Việt Nam cũng không có các doanh nghiệp sản xuất bột thương mại, chỉ có các doanh nghiệp sản xuất bột phục vụ cho việc sản xuất giấy của chính doanh nghiệp đó. Tùy theo mục đích sử dụng mà sản phẩm giấy cũng rất đa dạng và phong phú: giấy in báo, giấy in, giấy viết, giấy vệ sinh, khăn giấy, giấy bao bì, giấy vàng mã…

Hiện nay ở Việt Nam chỉ sản xuất được các loại giấy chất lượng thấp và giấy chất lượng trung bình… còn các loại giấy và các tông kỹ thuật như giấy kỹ thuật điện-điện tử, giấy sản xuất thuốc lá, giấy in tiền, giấy in tài liệu bảo mật vẫn chưa sản xuất được.

1.2.5. Các vấn đề về môi trường

Công nghiệp sản xuất giấy và bột giấy chiếm vị trí khá quan trọng trong nền kinh tế nước ta. Cùng với sự phát triển của các nghành công nghiệp, dịch vụ khác, nhu cầu về các sản phẩm giấy ngày càng tăng. Tuy nhiên, bên cạnh những lợi ích đạt được to lớn về kinh tế - xã hội, nghành công nghiệp này cũng phát sinh nhiều vấn đề môi trường bức xúc cần phải giải quyết, cần có biện pháp xây dựng các cơ sở gắn sản xuất với xử lý ô nhiễm môi trường, đổi mới công nghệ theo hướng thân thiện với môi trường.

1.2.5.1. Nước thải

Ngành công ngiệp sản xuất giấy sử dụng rất nhiều nước, tùy theo công nghệ và sản phẩm, lượng nước cần thiết để sản xuất 1 tấn giấy thành phẩm dao động từ 80 m^3 đến 450 m^3. Hầu như tất cả lượng nước đưa vào sử dụng cuối cùng đều trở thành nước thải và mang theo các tạp chất, hóa chất, bột giấy, các chất ô nhiễm dạng hữu cơ và vô cơ.

Trong quá trình tạo bột giấy, môi trường sẽ bị ô nhiễm nặng nếu không kịp thời thu hồi dịch đen. Dịch đen, theo thuật ngữ của ngành giấy, là dịch thải chưng nấu, cũng là nguồn tài nguyên tái sinh trong quá trình tạo bột giấy. Dịch đen có nồng độ chất khô khoảng 25 ÷ 35%, tỉ lệ giữa chất hữu cơ và vô cơ khoảng 70 : 30. Thành phần hữu cơ là lignin hòa tan vào dịch kiềm, sản phẩm phân hủy hydratcacbon, axit hữu cơ. Thành phần vô cơ gồm những hóa chất nấu, một phần nhỏ là NaOH, Na_2S tự do, Na_2CO_3 còn phần nhiều là kiềm natrisunphat liên kết với các chất hữu cơ trong kiềm. Mức độ ô nhiễm từ nước thải công nghiệp giấy tỷ lệ nghịch với khả năng thu hồi dịch đen. Khi tẩy bằng các hợp chất chứa clo, các thông số ô nhiễm đặc trưng: BOD vào khoảng 15 ÷ 17 kg/tấn bột giấy, COD khoảng 60 ÷ 90 kg/tấn bột giấy, đặc biệt các hợp chất clo hữu cơ khoảng 4 ÷ 10 kg/tấn bột giấy.

Công đoạn xeo giấy chủ yếu chứa xơ sợi mịn, bột giấy dạng lơ lửng và các chất phụ gia như nhựa thông, phẩm màu, cao lanh. Xử lý nước thải sản xuất giấy và bột giấy là công việc hết sức khó khăn và tốn kém, đòi hỏi vốn đầu tư và

chi phí vận hành cao. Đây là vấn đề bức xúc với các doanh nghiệp sản xuất ở nước ta do không đủ kinh phí để đầu tư trang thiết bị xử lý chất thải cũng như đổi mới công nghệ để giảm thiểu ô nhiễm và chi phí để vận hành các hệ thống xử lý nước thải một cách triệt để.

1.2.5.2. Khí thải

Trong quá trình nghiền bột, bụi sinh ra khi xay. Các khí có mùi phát sinh trong quá trình sàng rửa, trong các khâu tẩy trắng, khâu chế biến và khử bọt… Hơi clo phát sinh chủ yếu ở khâu tẩy trắng. Khí H_2S phát sinh trong công đoạn nấu bột.

Công đoạn xeo giấy và sấy khô, hơi nước từ các tấm giấy được thổi vào không khí kéo theo các hydrocarbon, các chất trong nguyên liệu gỗ... gây ô nhiễm môi trường. Các thiết bị như nồi hơi, máy xeo giấy sản sinh nguồn nhiệt lớn.

Ngành công nghiệp giấy tiêu tốn rất nhiều nhiên liệu để cấp nhiệt cho lò hơi, máy xeo, lò xông lưu huỳnh... Nhiên liệu được sử dụng là than đá, dầu (chủ yếu là dầu FO, DO), nhiên liệu sinh học (phụ phẩm gỗ, vỏ cây và bùn cặn)… Sản phẩm cháy của các nhiên liệu này chứa nhiều chất khí độc hại như CO, CO_2, SO_x, NO_x, tro bụi... Các khí này gây các tác động tiêu cực đến môi trường không khí của khu vực dân cư lân cận.

Ngoài ra tiếng ồn và độ rung do hoạt động của các máy nghiền, sàng, các động cơ điện cũng gây ảnh hưởng không nhỏ tới môi trường không khí.

1.2.5.3. Chất thải rắn

Trong công đoạn gia công nguyên liệu phát sinh một lượng lớn chất thải rắn như: vỏ cây, mùn cưa, đầu mảnh, gỗ thừa… Trong quá trình lọc bột giấy có nilon, băng keo… và một số chất lẫn trong giấy phế liệu. Quá trình đốt nhiên liệu để cấp nhiệt cho sản xuất phát sinh nhiều tro, xỉ than, dầu thải…

Ở Việt Nam, trung bình khi sản xuất ra 1 tấn giấy sẽ sinh ra một lượng chất thải rắn khoảng từ 45 ÷ 85 kg (chưa tính lượng phế liệu đã được tái chế).

Chất thải rắn trong sản xuất giấy gây tác động xấu đến môi trường xung quanh, gây mùi khó chịu, làm mất mĩ quan…

CHƯƠNG II: CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp phân loại và hệ thống hoá lý thuyết [12]

Phương pháp phân loại lý thuyết: là phương pháp sắp xếp các tài liệu khoa học thành hệ thống logic chặt chẽ theo từng mặt, từng đơn vị kiến thức, từng vấn đề khoa học có cùng dấu hiệu bản chất, có cùng hướng phát triển để dễ nhận biết, dễ sử dụng theo mục đích nghiên cứu, giúp phát hiện các quy luật phát triển của đối tượng, sự phát triển của kiến thức khoa học để từ đó dự đoán được các xu hướng phát triển mới của khoa học và thực tiễn.

Phương pháp hệ thống hóa lý thuyết: là phương pháp sắp xếp những thông tin đa dạng thu thập được từ các nguồn, các tài liệu khác nhau thành một hệ thống với một kết cấu chặt chẽ (theo quan điểm hệ thống-cấu trúc của việc xây dựng một mô hình lý thuyết trong nghiên cứu khoa học) để từ đó mà xây dựng một lý thuyết mới hoàn chỉnh giúp hiểu biết đối tượng được đầy đủ và sâu sắc hơn.

Phân loại và hệ thống hóa là hai phương pháp đi liền với nhau. Trong phân loại đã có yếu tố hệ thống hóa. Hệ thống hóa phải dựa trên cơ sở phân loại và hệ thống hóa làm cho phân loại được hợp lý và chính xác hơn.

2.2. Phương pháp phân tích, tổng hợp tài liệu [12]

Phân tích tài liệu là phương pháp nghiên cứu văn bản, tài liệu bằng cách phân tích chúng thành từng mặt, từng bộ phận để hiểu vấn đề một cách đầu đủ và toàn diện, từ đó chọn lọc những thông tin quan trọng cho đề tài nghiên cứu.

Phương pháp tổng hợp là phương pháp liên kết từng mặt, từng bộ phận thông tin, từ cái lý thuyết đã thu được để tạo ra một hệ thống lý thuyết mới đầy đủ và sâu sắc hơn về vấn đề nghiên cứu.

Phân tích tài liệu đảm bảo cho tổng hợp nhanh và chọn lọc đúng thông tin cần thiết, tổng hợp giúp cho phân tích sâu sắc hơn.

2.3. Phương pháp so sánh

Phương pháp so sánh là phương pháp xem xét các thông số cần phân tích bằng cách dựa trên việc so sánh số liệu đo được với một quy chuẩn nhất định để

từ đó xác định được các thông số cần xem xét có nằm trong giới hạn cho phép hay không.

- So sánh kết quả tính toán của công trình với TCVN 7957:2008 (Thoát nước-Mạng lưới và công trình bên ngoài-Tiêu chuẩn thiết kế), từ đó đánh giá được các thông số thiết kế có phù hợp không.

- So sánh các chỉ tiêu thiết kế nước thải đầu ra với QCVN 40:2011/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp) kết hợp với QCVN 12:2008/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp giấy và bột giấy), từ đó có thể xác định chất lượng nước thải đầu ra của công trình thiết kế.

2.4. Phương pháp hệ thống

Một hệ thống là một tập hợp các thành tố có mối quan hệ tương tác với nhau. Sự thay đổi một thành tố sẽ dẫn đến sự thay đổi một thành tố khác, từ đó dẫn đến một thay đổi thành tố thứ ba… Bất cứ một tương tác nào trong hệ thống cũng có tính nguyên nhân, vừa có tính điều khiển. Rất nhiều tương tác có thể liên kết với nhau thành một chuỗi tương tác nguyên nhân-kết quả. Hệ thống luôn có sự học hỏi và rút kinh nghiệm liên tục trong quá trình phát triển.

CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CÁC CÔNG TRÌNH ĐƠN VỊ

3.1. Các thông số thiết kế và sơ đồ công nghệ xử lý nước thải ngành giấy

Thiết kế hệ thống xử lý nước thải cho nhà máy giấy chuyên sản xuất giấy và bột giấy với lưu lượng thải trung bình 7000m^3/ngày đêm. Trong đó nước thải từ công đoạn xeo giấy là 5000m^3/ngày đêm, từ công đoạn sản xuất bột giấy là 2000m^3/ngày đêm. Nồng độ chất ô nhiễm đặc trưng trong từng dòng thải, yêu cầu về chất lượng nước thải sau xử lý xả vào nguồn tiếp nhận đạt loại B (theo QCVN 40: 2011/BTNMT). Yêu cầu tính toán thiết kế về mặt công nghệ đối với hệ thống xử lý nước thải cho nhà máy.

3.1.1. Các thông số thiết kế

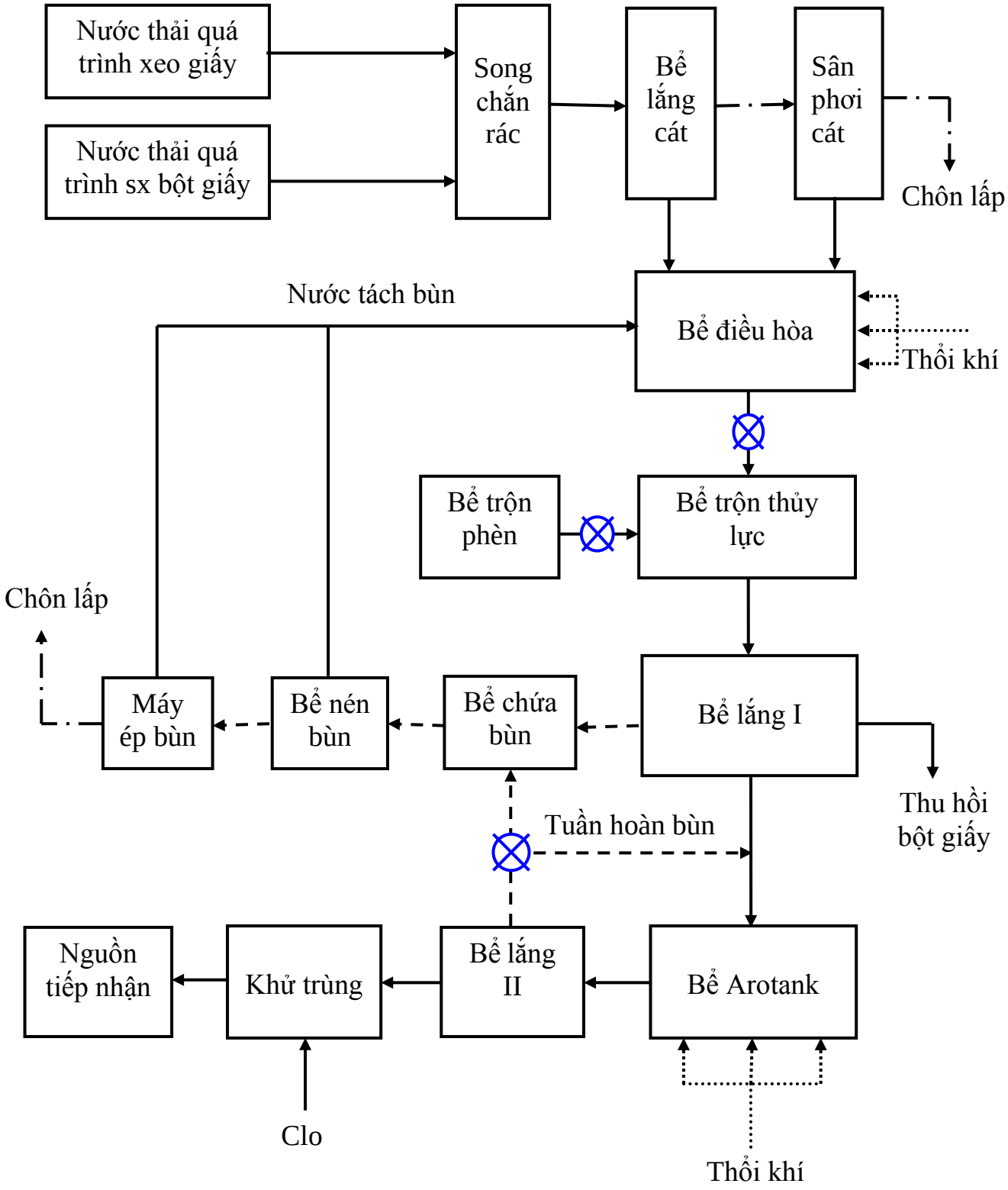
Bảng 3.1. Thành phần, tính chất nước thải sản xuất bột giấy và xeo giấy

Thông số đầu vào	Sản xuất bột giấy	Xeo giấy	Mức độ xử lý
pH	5,86 ÷ 6,4	6,3 ÷ 7,2	5,5 ÷ 9
BOD_5 (mg/l)	833	671	50
COD (mg/l)	3724	1489	100
SS (mg/l)	935	653	60
Độ màu (Pt-Co)	3040	450	150
N – NH_3 (mg/l)	0,553	1,15	-
P – PO_4^{3-} (mg/l)	2,34	1,21	-
T – N	0,922	1,917	40
T – P	1,638	1,729	6

∗ Xác định các lưu lượng tính toán: trạm xử lý làm viêc liên tục 3 ca (24/24h).

- Lưu lượng trung bình ngày đêm: Q = 7000 m^3/ngđ
- Lưu lượng giờ trung bình: Q^h = 291,7 m^3/h
- Lưu lượng giờ lớn nhất: Q_{max}^h = 477,8 m^3/h
- Lưu lượng giây trung bình: Q^s = 0,081 m^3/s
- Lưu lượng giây lớn nhất: Q_{max}^s = 0,132 m^3/s
- Lưu lượng giây nhỏ nhất: Q_{min}^s = 0,047 m^3/s

3.1.2. Sơ đồ công nghệ



Hình 3.1. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải sản xuất giấy và bột giấy

Thuyết minh sơ đồ:

Nước thải từ công đoạn sản xuất bột giấy và từ công đoạn xeo giấy được đưa qua song chắn rác nhằm giữ lại những tạp chất thô (chủ yếu là rác) có trong nước thải. Sau đó nước được đưa qua bể lắng cát để lắng các tạp chất vô cơ đảm bảo cho các công trình phía sau và tăng hiệu quả xử lý. Cát từ bể lắng cát được dẫn đến sân phơi cát làm ráo nước và đem đi chôn lấp, dưới sân phơi cát có lắp hệ thống thu và dẫn nước về bể điều hòa. Nước sau khi qua bể lắng cát được đưa sang bể điều hòa nhằm ổn định lưu lượng và nồng độ, sau đó nước được bơm trực tiếp sang bể trộn thủy lực. Hóa chất từ bể trộn phèn được đưa vào bể trộn thủy lực nhằm keo tụ giảm lượng chất rắn lơ lửng sau đó đưa nước sang bể lắng 1 (lắng ngang) loại bỏ các cặn dạng lơ lửng và keo trong nước thải. Ở đây ta thu hồi bột còn một phần bùn được đưa sang bể chứa bùn, nước được đưa sang bể Aeroten (quá trình bùn hoạt tính vi sinh vật lơ lửng) sục khí sau đó tiếp tục được đưa sang bể lắng 2 (lắng ly tâm) rồi qua bể khử trùng bằng clo (có thổi khí) và xả ra nguồn tiếp nhận. Một phần bùn hoạt tính từ bể lắng 2 được dẫn trở lại Aeroten để tiếp tục tham gia quá trình xử lý (bùn hoạt tính tuần hoàn), phần bùn còn lại (bùn hoạt tính dư) kết hợp với bùn từ bể lắng 1 dẫn đến bể chứa bùn rồi đến bể nén và máy ép bùn nhằm làm giảm độ ẩm và thể tích sau đó sẽ được đem đi chôn lấp. Nước tách bùn từ bể nén bùn và công đoạn nén, ép bùn sẽ được dẫn lại bể điều hòa để tiếp tục xử lý.

3.2. Tính toán các công trình đơn vị

3.2.1. Song chắn rác [1, 8]

a. Nhiệm vụ

+ Loại bỏ các chất thải rắn khô như nhánh cây, gỗ, nhựa, giấy, rễ cây…
+ Bảo vệ bơm, van, đường ống, cánh khuấy.

b. Thiết kế

+ Lưu lượng: Q = 7000 m^3/ngđ.
+ Chọn song chắn rác cào rác cơ giới, các thanh chắn có tiết diện tròn, β = 1,79.
+ Đường kính thanh chắn w = 0,008 m.

+ Khoảng cách giữa các thanh chắn b = 0,016 m.
+ Đặt góc nghiêng θ = 60^0 so với phương ngang.
+ Song chắn rác làm giảm tiết diện dòng chảy nên phải mở rộng về hai phía của song chắn rác một góc (α = 20^0) để tránh hiện tượng chảy rối.

– Số khe hở song chắn rác:

$$n = \frac{Q_{max}^{s} \times k}{v \times b \times h} = \frac{0,132 \times 1,05}{0,6 \times 0,016 \times 0,4} = 36,09\ (khe)$$

Chọn n = 36 khe.

Trong đó:

Q: Lưu lượng giây lớn nhất, Q_{max}^{s} = 0,132m^3/s.

k: Hệ số tính đến hiện tượng thu hẹp của dòng chảy, k = 1,05.

b: Khoảng cách giữa các song chắn rác, b = 0,016m.

v: Vận tốc dòng chảy qua song chắn rác, *v* = 0,6 m/s.

h: Chiều sâu ngập nước của song chắn rác, h = 0,4m.

– Chiều rộng song chắn rác:

$$B_s = w \times (n-1) + b \times n = 0,008 \times (36-1) + 0,016 \times 36 = 0,856\ (m)$$

Chọn B_s = 0,8 m

– Kiểm tra lại vận tốc dòng chảy ở phần mở rộng của mương trước song chắn ứng với lưu lượng thải Q_{max}^{s} = 0,13 m^3/s, vận tốc này không nhỏ hơn 0,4 m/s.

$$v = \frac{Q_{max}^{s}}{h \times B_s} = \frac{0,132}{0,4 \times 0,8} = 0,4125\ (m/s)\ > 0,4(m/s)$$

Chọn chiều rộng mương B = 0,5 m

– Chiều dài phần mở rộng trước song chắn rác:

$$L_1 = \frac{B_s - B}{2 \times tg\alpha} = \frac{0,8 - 0,5}{2 \times tg20^0} = 0,412\ (m)$$

Chọn chiều dài phần mở rộng trước song chắn rác là 0,4 m.

– Chiều dài phần mở rộng sau song chắn rác:

$$L_2 = \frac{L_1}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2\ (m)$$

– Chiều dài xây dựng của mương đặt song chắn rác:

$$L = L_1 + L_2 + L_s = 0,4 + 0,2 + 1,2 = 1,8\ (m)$$

Trong đó: L_s là chiều dài phần mương đặt song chắn rác, chọn L_s = 1,2 m.

– Tổn thất áp lực qua song chắn rác:

$$h_L = \xi \times \frac{v_{max}^2}{2 \times g} \times K$$

Trong đó:

v_{max}^2 : Tốc độ chuyển động của nước thải trước song chắn rác ứng với lưu lượng lớn nhất, v_{max}^2 = 0,6 m/s.

K: Hệ số tính đến sự tăng tổn thất do vướng mắc rác ở song chán rác, K = 2 ÷ 3. Chọn K = 3.

g: Gia tốc trọng trường, g = 9,81 m/s^2.

ξ: Hệ số sức cản cục bộ của song chắn.

$$\xi = \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \times sin\,\theta = 1,79 \times \left(\frac{0,008}{0,016}\right)^{\frac{4}{3}} \times sin60^0 = 0,615$$

Trong đó:

β : Hệ số phụ thuộc tiết diện ngang của thanh. Tiết diện tròn β = 1,79.

θ : Góc nghiêng đặt song dặt song chắn so với phương ngang θ = 60^0.

$$h_L = \frac{0,615 \times 0,6^2 \times 3}{2 \times 9,81} = 0,03\ (m)$$

– Chiều cao xây dựng mương đặt song chắn rác:

$$H = h + h_L + h_f = 0,4 + 0,03 + 0,5 = 0,93\ (m)$$

Chọn H = 1 m.

Trong đó:

h: Chiều sâu ngập nước của song chắn rác, h = 0,4 m.

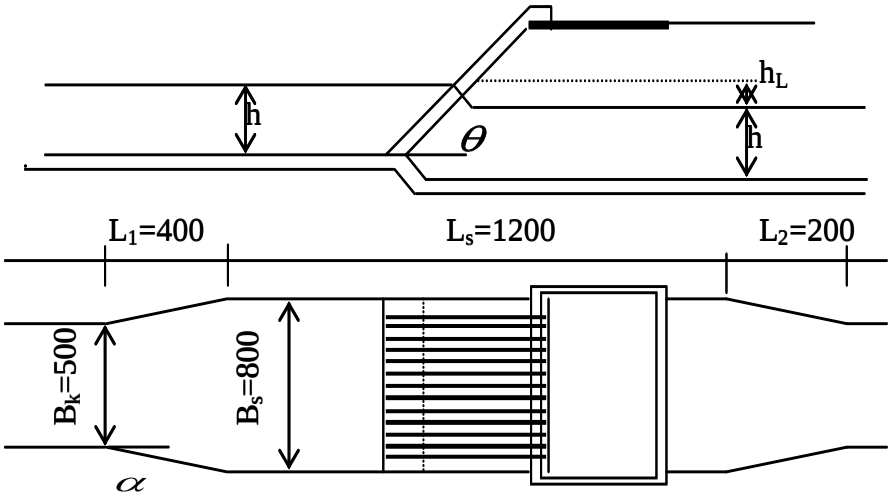
h_L: Tổn thất áp lực qua song chắn rác, h_L = 0,03 m.

h_f: Khoảng cách giữa mặt sàn đặt song chắn rác và mực nước cao nhất, h_f = 0,5m.

Bảng 3.2. Tóm tắt các thông số thiết kế mương và song chắn rác

STT	Thông số	Số lượng	Đơn vị
1	Chiều dài mương	1,8	m
2	Chiều rộng mương	0,8	m
3	Chiều cao mương	1	m
4	Số thanh chắn	35	Thanh
5	Số khe	36	Khe
6	Kích thước khe	0,016	m
7	Bề rộng thanh	0,008	m

Quanh song chắn rác có lối đi rộng 1,2 m, còn phía trước song chắn rác thô để lối đi rộng 1,5 m (TCVN 7957: 2008).



Hình 3.2 . Sơ đồ song chắn rác thiết kế

3.2.2. Mương lắng cát [1, 8, 5]

a. Nhiệm vụ

Loại bỏ các tạp chất vô cơ không hòa tan như cát, sỏi, xỉ và các vật liệu rắn khác có vận tốc lắng lớn (hay trọng lượng riêng lớn). Các hạt có đường kính 0,2 mm được giữ lại trong bể để đảm bảo cho bơm và các công trình phía sau hoạt động tốt, tránh bị mài mòn và giảm số lần làm sạch.

b. Nguyên lý hoạt động

Nước sau khi qua song chắn rác được phân phối đều vào mương lắng cát. Tại đây các hạt cặn có trọng lượng lớn sẽ được lắng xuống. Nước thu được cuối mương lắng cát sẽ được đưa sang bể điều hòa. Lượng cặn cát thu được ở mương lắng cát sẽ được đưa vào sân phơi cát và đem đi chôn lấp.

c. Tính toán

+ Thiết kế mương lắng cát, Q_{tb} = 7000 m^3/ ngđ.

+ Thời gian lưu nước ở mương lắng cát khoảng 30 ÷ 60 giây, chọn t = 60 s.

+ Lắng cỡ hạt 0,2 mm, có U_0 = 0,0187 m/s. *(Theo bảng 4-1, trang 33, [1])*

– Diện tích mặt thoáng bể lắng cát:

$$F = K \times \frac{Q^s_{max}}{U_0} = 1{,}3 \times \frac{0{,}132}{0{,}0187} = 9{,}176\ (m^2)$$

Trong đó:

K: Hệ số kinh nghiệm tính đến ảnh hưởng của dòng chảy rối cục bộ trong mương, làm cản trở tốc độ lắng của hạt. K = 1,3 khi U_0 = 18,7 mm/s; K = 1,1 khi U_0 = 24 mm/s.

Q^s_{max}: Lưu lượng nước thải lớn nhất, Q^s_{max} = 0,132 m^3/s.

U_0: Độ lớn thủy lực của hạt cần giữ, U_0 = 0,0187 m/s.

– Tỷ số chiều dài và chiều sâu của mương:

$$\frac{L}{H} = K \times \frac{v}{U_0} = 1{,}3 \times \frac{0{,}2}{0{,}0187} = 13{,}9$$

Trong đó:

L: Chiều dài phần chữ nhật (m).

H: Chiều cao phần làm việc (m).

v: Vận tốc chuyển động của nước trong mương (m/s)

Ứng với Q^s_{max} → v = 0,2 m/s; ứng với Q^s_{min} → v = 0,15 m/s.

U_0: Độ lớn thủy lực của hạt cần giữ trong mương (m/s).

K: Hệ số kinh nghiệm tính đến ảnh hưởng của dòng chảy rối cục bộ trong mương, làm cản trở tốc độ lắng của hạt. K = 1,3 khi U_0 = 18,7 mm/s; K = 1,1 khi U_0 = 24 mm/s.

- Chọn chiều sâu làm việc của mương: H = 0,5 m
- Chiều dài mương:

$$L = 13,9 \times 0,5 = 7\ (m)$$

- Chiều rộng mương:

$$B = \frac{F}{L} = \frac{9,176}{7} = 1,3\ (m)$$

- Đáy cửa tràn có độ chênh lệch so với đáy mương lắng cát:

$$\Delta P = \frac{Q^s_{max}}{B \times v} \times \frac{K - K^{\frac{2}{3}}}{1 - K^{\frac{2}{3}}} = \frac{Q^s_{min}}{B \times v} \times \frac{1 - K^{-\frac{1}{3}}}{1 - K^{\frac{2}{3}}} = \frac{0,047}{1,3 \times 0,2} \times \frac{1 - 0,356^{-\frac{1}{3}}}{1 - 0,356^{\frac{2}{3}}}$$
$$= 0,15\ (m)$$

Trong đó:

Q^s_{max}, Q^s_{min}: Lưu lượng tối đa và tối thiểu đi qua mương lắng cát.

K: Tỷ số giữa lưu lượng giây nhỏ nhất và lưu lượng giây lớn nhất

$$K = \frac{Q^s_{min}}{Q^s_{max}} = \frac{0,047}{0,132} = 0,356$$

- Chiều rộng cửa tràn thu nước cuối mương lắng cát:

Có m là hệ số lưu lượng của cửa tràn phụ thuộc vào góc tới, chọn góc tới θ = 45^0, cotgθ = 1, m = 0,352. *(Theo bảng 4-2, trang 35, [5])*

$$b = \frac{B \times v}{m \times \sqrt{2g}} \times \sqrt{\frac{B \times v}{Q^s_{max}}} \times \left(\frac{1 - K^{\frac{2}{3}}}{1 - K}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= \frac{1,3 \times 0,2}{0,352 \times \sqrt{2 \times 9,81}} \times \sqrt{\frac{1,3 \times 0,2}{0,132}} \times \left(\frac{1 - 0,356^{\frac{2}{3}}}{1 - 0,356}\right)^{\frac{3}{2}} = 0,385\ (m)$$

Chọn b = 0,4 m.

- Lượng cát sinh ra mỗi ngày:

$$W_c = \frac{Q}{1000} \times q = \frac{7000 \times 0,15}{1000} = 1,05\ (m^3)$$

Trong đó:

Q: Lưu lượng nước thải trung bình ngày, Q = 7000 m^3/ngđ.

q: Lượng cát trong 1000 m^3 nước thải, q = 0,15 m^3 cát/1000 m^3.

– Chiều cao lớp cát trong mương lắng cát ngang sinh ra trong một ngày đêm:

$$h_c = \frac{W_c \times t}{L \times B} = \frac{1,05 \times 1}{7 \times 1,3} = 0,115\ (m)$$

– Chiều cao xây dựng mương lắng cát:

$$H_c = H + h_c + h_{bv} = 0,5 + 0,115 + 0,4 = 1,015\ (m)$$

Chọn H_c = 1 m

Trong đó:

H : Chiều cao làm việc của mương lắng cát, H = 0,5 m.

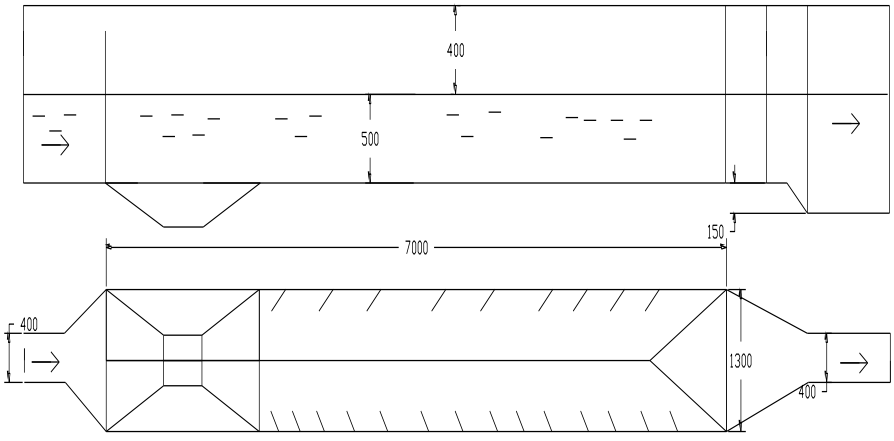
h_c : Chiều cao của lớp cát trong mương lắng cát, h_c = 0,115 m.

h_{bv}: Chiều cao bảo vệ của mương lắng cát, h_{bv} = 0,4 m.

Từ mương lắng cát nước chảy ra máng chảy tràn đưa nước vào bể điều hòa.

Bảng 3.3. Tóm tắt các thông số thiết kế mương lắng cát

STT	Thông số	Số lượng	Đơn vị
1	Chiều dài mương	7	m
2	Chiều rộng mương	1,3	m
3	Chiều cao mương	1	m
4	Độ chênh lệch đáy cửa tràn so với mương	0,15	m
5	Chiều rộng cửa tràn	0,4	m
6	Lượng cát sinh ra mỗi ngày	1,05	m^3



Hình 3.3. Mặt cắt và mặt bằng bể lắng cát ngang

3.2.3. Sân phơi cát [8]

a. Nhiệm vụ

Làm giảm độ ẩm của cát để dễ dàng vận chuyển cát đi chôn lấp. Nước từ sân phơi cát được thu lại và đưa về bể điều hòa.

b. **Tính toán**

Chọn chu kỳ lấy cát đem đi chôn lấp là 6 tháng.

- Lượng cát được phơi tại sân là:

$$183 \times 1{,}05 = 192\ (m^3)$$

Chọn chiều cao của lớp cát trong sân phơi là 3 m.

- Diện tích hữu ích của sân là:

$$F = \frac{192}{3} = 64\ (m^2)$$

Chọn chiều dài sân phơi cát là 10 m, chiều rộng là 6,4 m, chiều cao bờ bao quanh sân là 1m.

- Lượng nước sinh ra trong một ngày là:

$$1{,}05 \times 10\% = 0{,}105\ (m^3/ngđ)$$

Bố trí ống thu nước bằng ống nhựa PVC, đường kính ống là 0,023 m. Vận tốc nước chảy trong ống là 0,003 m/s.

Lượng nước này sẽ được thu và đưa vào bể điều hòa để xử lý.

3.2.4. Bể điều hòa [5, 8]

a. Nhiệm vụ

Điều hòa lưu lượng và nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải, làm tăng hiệu quả cho hệ thống xử lý, tránh gây sốc cho hệ thống do sự biến đổi nồng độ chất ô nhiễm hay quá tải hoặc dưới tải về lưu lượng. Các chất ức chế quá trình xử lý sinh học sẽ được pha loãng tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của các VSV. Ngoài ra bể điều hòa còn làm thoáng sơ bộ và oxi hóa sinh hóa một phần các chất bẩn hữu cơ.

b. Nguyên lý hoạt động

Nước từ mương lắng cát chảy vào máng chảy tràn và vào bể điều hòa. Trong bể điều hòa sẽ lắp đặt một hệ thống ống cung cấp khí làm xáo trộn dòng nước. Nhờ vậy mà nước sẽ được điều hòa về nồng độ. Sau đó nước sẽ được bơm qua bể trộn thủy lực.

c. Tính toán

Lưu lượng: Q = 7000 m^3/ngđ

– Thể tích bể điều hòa:

$$W = Q^h \times t = 291{,}7 \times 4 = 1166{,}8\ (m^3)$$

Trong đó:

t: Thời gian lưu nước ở bể điều hòa. Chọn t = 4 giờ.

+ Chọn chiều cao làm việc của bể điều hòa: h = 4,5 m.

+ Chiều cao bảo vệ của bể: h_{bv} = 0,5 m.

+ Chiều cao của bể: $H = h + h_{bv} = 4{,}5 + 0{,}5 = 5\ (m)$

+ Chiều rộng bể B = 13 m.

+ Chiều dài bể L = 20 m.

+ Kích thước xây dựng bể điều hòa:

$$L \times B \times H = 20 \times 13 \times 5 (m)$$

– Lượng không khí cần cung cấp cho bể điều hòa:

$$L_{khí} = Q^h \times a = 291{,}7 \times 3{,}74 = 1091\ (m^3/h)$$

Trong đó:

a: Lưu lượng khí cung cấp cho bể điều hòa trong 1 giờ, a = 3,74 m^3/h. *(Theo W.Wesley Eckenfelder, Industrial Water Pollution Control, 1989)*

Khí được cung cấp bằng hệ thống ống PVC, vận tốc khí trong ống 10 ÷ 15 m/s, chọn $v_{ống}$ = 10 m/s.

+ Đường kính ống dẫn khí chính vào bể điều hòa:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times L_{khí}}{\pi \times v_{ng} \times 3600}} = \sqrt{\frac{4 \times 1091}{\pi \times 10 \times 3600}} = 0{,}196\ m = 196\ (mm)$$

Tra theo catalogue ống nhựa, ta chọn loại ống PVC Φ = 200 mm.

Chiều dài ống dẫn khí chính bằng chiều ngang bể (13 m). Khí từ ống chính được phân phối theo 6 ống nhánh có đục lỗ đặt dọc theo chiều dài bể (20 m). Ống ngoài cùng cách thành bể 1 m, các ống cách nhau 2,2 m. Vận tốc khí trong ống 10 ÷ 15 m/s, chọn $v_{ống}$ = 12 m/s.

+ Lưu lượng khí trong ống nhánh:

$$q_{ng} = \frac{L_{khí}}{6} = \frac{1091}{6} = 181{,}83\ (m^3/h)$$

+ Đường kính ống nhánh dẫn khí:

$$d_{ng} = \sqrt{\frac{4 \times q_{ng}}{\pi \times v_{ng} \times 3600}} = \sqrt{\frac{4 \times 181{,}83}{\pi \times 12 \times 3600}} = 0{,}073\ m = 73\ (mm)$$

Tra theo catalogue ống nhựa, ta chọn loại ống PVC Φ = 75 mm.

Đường kính các lỗ 2 ÷ 5 mm, chọn $d_{lỗ}$ = 4 mm = 0,004 m.

Vận tốc khí qua lỗ bằng 5 ÷ 20 m/s, chọn $v_{lỗ}$ =15 m/s.

+ Lưu lượng khí qua một lỗ:

$$q_l = v_l \times \frac{\pi \times d_l^2}{4} = 15 \times \frac{\pi \times 0{,}004^2}{4} \times 3600 = 0{,}678\ (m^3/h)$$

+ Số lỗ trên mỗi ống nhánh:

$$N = \frac{q_{ng}}{q_l} = \frac{181{,}83}{0{,}678} = 268\ (l)$$

+ Khoảng cách giữa các lỗ:

$$l = \frac{20}{N} = \frac{20}{268} = 0{,}075\ (m) = 75\ (mm)$$

– Thiết bị phụ

+ Máy nén khí

+ Áp lực cần thiết của máy thổi khí: $H_m = h_l + h$

Trong đó:

h_l: Tổn thất trong hệ thống ống vận chuyển thường ≤ 0,4 m, chọn h_l = 0,4 m.

h: Độ sâu ngập nước của miệng vòi phun, h = 4,8 m.

$$H_m = 0{,}4 + 4{,}8 = 5{,}2\ (m)$$

+ Áp lực máy thổi khí tính theo Atmotphe:

$$P_m = \frac{10,33 + H_m}{10,33} = \frac{10,33 + 5,2}{10,33} = 1,5\ (atm)$$

+ Năng suất yêu cầu:

$$L_{khí} = 1091\ (m^3/h) = 0,303\ (m^3/s)$$

+ Công suất máy nén khí:

$$P_{máy} = \frac{34400 \times \left(P_m^{0,29} - 1\right) \times L_{khí}}{102 \times \eta} = \frac{34400 \times (1,5^{0,29} - 1) \times 0,303}{102 \times 0,8} = 15,94\ (kW)$$

Chọn hai máy nén khí có công suất 16 kW, hai máy hoạt động luân phiên, một máy làm việc một máy nghỉ.

Trong đó:

$P_{máy}$: Công suất yêu cầu của máy nén khí, kW

a: Lưu lượng không khí, $L_{khí}$ = 0,303 m^3/s.

P_m: Áp suất máy thổi khí, P_m = 1,5 atm.

η : Hiệu suất máy nén khí, chọn η = 0,8.

+ Máy bơm nước từ bể điều hòa sang bể trộn thủy lực.

Lưu lượng Q = 7000m^3/ngđ = 0,081m^3/s

+ Công suất máy bơm nước:

Chọn chiều cao cột áp H = 7 m.

$$N = \frac{Q \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{0,081 \times 1000 \times 9,81 \times 7}{1000 \times 0,8} = 6,95\ (kW)$$

Trong đó:

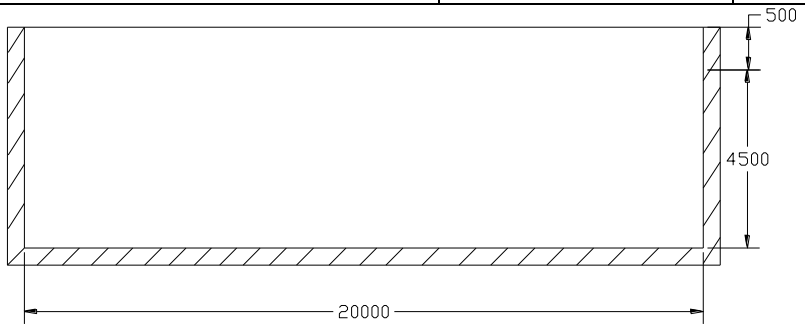
η : Hiệu suất của bơm, chọn η = 0,8.

ρ: Khối lượng riêng của nước, ρ = 1000 kg/m^3.

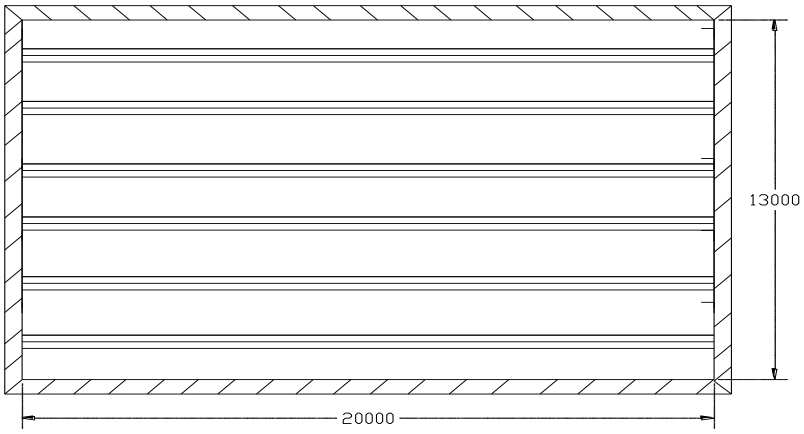
Trong bể điều hòa bố trí hai bơm có công suất N = 7 kW, lưu lượng nước thải Q = 0,081m^3/s để bơm nước lên bể trộn thủy lực với chiều cao cột áp là 7 m. Bơm hoạt động luân phiên, một bơm hoạt động, một bơm nghỉ.

Bảng 3.4: Tóm tắt các thông số thiết kế bể điều hòa

STT	Thông số	Số lượng	Đơn vị
1	Chiều dài bể	20	m
2	Chiều rộng bể	13	m
3	Chiều cao bể	5	m
4	Lượng không khí cần cung cấp	1091	m^3/h
5	Chiều dài ống chính dẫn khí	12	m
6	Tổng chiều dài ống nhánh dẫn khí	120	m
7	Tổng số lỗ khí trên ống nhánh	1608	Lỗ khí



Hình 3.4. Mặt cắt bể điều hòa



Hình 3.5. Mặt bằng bể điều hòa

3.2.5. Bể trộn phèn

a. Nhiệm vụ

Hòa tan lượng phèn tính toán cần thiết trước khi đưa lượng phèn này vào bể trộn thủy lực. Phèn được đưa vào bể trộn phèn. Dưới tác dụng của cánh khuấy phèn sẽ tan đều trong nước. Dung dịch phèn này sẽ được đưa vào bể trộn thủy lực bằng bơm định lượng.

b. Tính toán

Ta sử dụng phèn PAC

– Thể tích bể trộn phèn:

$$V = \frac{a \times Q \times n}{10^4 \times b \times \gamma} = \frac{30 \times 291{,}67 \times 12}{10^4 \times 10 \times 1} = 1{,}05\ (m^3)$$

Chọn V = 1,1m^3.

Trong đó:

a: Liều lượng phèn PAC cho 1m^3 nước thải (khoảng 15 ÷ 30g), chọn a = 30 g/m^3.

Q: Lưu lượng nước thải trung bình giờ, Q = 291,67 m^3/h.

n: Thời gian giữa hai lần hòa trộn. Chọn theo lưu lượng nước thải, khi lưu lượng nước thải từ 1200 ÷ 10000 m^3/ngày thì n = 12 giờ.

b: Nồng độ dung dịch phèn, b = 10% (10 ÷ 17%).

γ: Khối lượng riêng của dung dịch, lấy bằng 1 tấn/m^3.

– Lượng phèn PAC cần cung cấp trong 1 ngày:

$$M = a \times Q = 30 \times 10^{-3} \times 7000 = 210\ (kg/ngày)$$

– Bể trộn phèn có tiết diện ngang tròn, chiều cao bể h = 1,5m, đường kính bể:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{h \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1{,}1}{1{,}5 \times \pi}} = 0{,}97\ (m)$$

Chọn D = 1m.

Dùng máy khuấy trộn cơ khí để hòa tan lượng phèn trên.

– Đường kính cánh khuấy:

$$d = \frac{D}{2} = \frac{1}{2} = 0{,}5\ (m)$$

– Năng lượng cho cánh khuấy hoạt động:

$$p = G^2 \times \mu \times V = 200^2 \times 0{,}001 \times 1{,}1 = 44\ (w)$$

Trong đó:

G: Gradiant vận tốc, G = 200 S^{-1}.

μ: Độ nhớt của nước ở 20^{0}c, μ = 0,001 N.s/m^2.

V: thể tích bể, V = 1,1 m^3.

Chọn máy khuấy tuabin cánh nghiêng 45^0, đường kính cánh khuấy 0,5 m. Đặt máy khuấy sao cho khoảng cách từ cánh khuấy đến đáy là 0,5 m.

– Công suất máy khuấy:

$$N = \frac{p}{\eta} = \frac{44}{0,8} = 55\ (w)$$

Trong đó: η là công suất hữu ích của máy (chọn η = 80%).

– Số vòng quay của máy khuấy:

$$n = \left(\frac{p}{K \times \rho \times d^2}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{44}{1,08 \times 1000 \times 0,5^2}\right)^{\frac{1}{3}} = 0,546\ (vòng/s)$$
$$= 33\ (vòng/phút)$$

Trong đó:

ρ: Khối lượng riêng của nước.

K: Hệ số sức cản của nước (đối với máy khuấy tuabin K = 1,08).

d: Đường kính cánh khuấy (d = 0,5 m).

3.2.6. Bể trộn thủy lực [4, 5]

a. Mục đích

Trộn đều dung dịch chất keo tụ với nước thải.

b. Nguyên lý hoạt động

Nước từ bể điều hòa được bơm vào bể trộn thủy lực. Dung dịch hóa chất keo tụ được bơm vào bằng bơm định lượng. Dưới tác dụng của cánh khuấy nước thải và hóa chất được trộn đều với nhau. Cuối bể trộn thủy lực có hệ thống thu và phân phối nước sang bể lắng 1.

c. Tính toán

Chọn thời gian khuấy trộn là 60 giây.

– Thể tích bể:

$$V = \frac{7000 \times 60}{3600 \times 24} = 4,86\ (m^3)$$

Chọn bể có kích thước $L \times B \times H = 1,3 \times 1,3 \times 3\ (m)$

Thể tích thực của bể là 5,07 m^3

– Dùng máy khuấy tuabin 4 cánh nghiêng 45^0, đường kính cánh khuấy:

$$d = \frac{B}{2} = \frac{1,3}{2} = 0,65\ (m)$$

Máy khuấy đặt cách đáy một khoảng bằng đường kính cánh khuấy (0,65 m).

– Năng lượng cần truyền cho máy khuấy hoạt động là:

$$p = G^2 \times \mu \times V = 700^2 \times 0,001 \times 4,86 = 2381\ (W) = 2,381\ (kW)$$

Trong đó:

μ: Độ nhớt của nước ở 20^0c, μ = 0,001 N.s/m^2.

V: thể tích bể (V = 4,86 m^3).

G: Gradiant vận tốc (s^{-1}),

Bảng 3.5. Các giá trị G cho trộn nhanh

Thời gian trộn t (s)	Gradien G (s^{-1})
0,5 (trộn đường ống)	3500
10 – 20	1000
20 – 30	900
30 – 40	800
> 40	700

[Nguồn: Cấp nước tập 2, Trịnh Xuân Lai]

Theo bảng chọn G = 700(s^{-1}), do thời gian trộn là 60 > 40 s.

– Công suất của động cơ:

$$N = \frac{p}{\eta} = \frac{2381}{0,8} = 2976\,w = 2,976\ (kW)$$

Trong đó: η là công suất hữu ích của máy (chọn η = 80%).

Chọn công suất máy khuấy là 3kW.

– Số vòng quay của máy khuấy:

$$n = \left(\frac{p}{K \times \rho \times d^2}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{2381}{1,08 \times 1000 \times 0,65^2}\right)^{\frac{1}{3}} = 1,734\ (vòng/s)$$
$$= 104\ (vòng/phút)$$

Trong đó:

ρ: Khối lượng riêng của nước.

K: Hệ số sức cản của nước (đối với máy khuấy tuabin K = 1,08).

d: Đường kính cánh khuấy, d = 0,65m.

3.2.7. Bể lắng I [5, 8]

a. Mục đích

Loại bỏ các bông cặn sinh ra trong quá trình keo tụ, có khả năng lắng dưới tác dụng của trọng lực.

b. Nguyên lý hoạt động

Nước từ bể trộn được dẫn vào vùng phân phối đầu bể lắng qua vách ngăn nước chuyển động đều dọc bể qua vùng lắng đi vào vùng thu nước đặt cuối bể. Để phân phối đều nước vào vùng lắng, trên vách ngăn gắn một máng răng cưa suốt chiều ngang của bể. Nước chảy qua vùng lắng, tại đây các bông cặn tiếp tục được hình thành và lắng xuống đáy bể lắng.

Nước sau khi đi từ đầu bể đến cuối bể sẽ qua máng thu nước và phân phối nước đi vào bể aeroten. Cặn lắng sẽ được máy có các tấm gạt cặn gắn vào dầm cầu đặt trên hai thành dọc bể, gạt dồn về hố thu đặt ở đầu vào của bể sau đó sẽ được hút ra ngoài bằng bơm hút cặn. Bột giấy có tỉ trọng nhẹ sẽ tạo thành bọt nổi lên trên mặt nước và được thanh gạt của máy cào cặn đặt ngập dưới mực nước 0,05 m gạt về máng thu bọt ở cuối bể, tốc độ của tấm gạt bằng 0,9 m/phút. *(Theo bảng 4-4, trang 46, [5])*

c. Tính toán

+ Thiết kế bể lắng ngang, lưu lượng nước thải : Q = 7000 m^3/ngđ.
+ Tổng chiều cao vùng lắng h_1 = 3,5 m.
+ Tải trọng bề mặt v_0 = 40 m^3/m^2 ngày. *(Theo bảng 4-3, trang 45, [5])*

− Diện tích bề mặt cần thiết của bể lắng:

$$F = \frac{Q}{v_0} = \frac{7000}{40} = 175\ (m^2)$$

– Kích thước bể:

+ Chiều rộng bể: Chọn tỷ số giữa chiều dài và chiều rộng bể là 4: 1.

$F = L \times B = 4B \times B = 4B^2 = 175\ (m^2)$

→ B = 6,6 m; lấy tròn B = 7 m.

+ Chiều dài bể: $L = 4B = 4 \times 7 = 28\ (m)$

+ Diện tích bề mặt bể lắng: $F_l = B \times L = 7 \times 28 = 196\ (m^2)$

+ Chiều cao bảo vệ của bể: h_{bv} = 0,5 m → $H = h_1 + h_{bv} = 3,5 + 0,5 = 4\ (m)$

+ Kích thước xây dựng của bể: $L \times B \times H = 28 \times 7 \times 4\ (m)$

– Xác định lại tải trọng bề mặt của bể:

$$U_0 = \frac{Q}{F_l} = \frac{7000}{196} = 35,71\ (m^3/m^2 ngày)$$

Giá trị nằm trong giới hạn cho phép. *(Theo bảng 4-3, trang45,[1])*

– Thể tích của bể lắng: $V = F_l \times h_1 = 196 \times 3,5 = 686\ (m^3)$

– Thời gian lưu nước trong bể:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{686 \times 24}{7000} = 2,352\ (h)$$

– Vận tốc giới hạn trong vùng lắng:

$$v_H = \left[\frac{8K(\rho - 1)gd}{f}\right]^{\frac{1}{2}}$$

Trong đó:

K : Hằng số phụ thuộc vào tính chất cặn, chọn K = 0,06

ρ : Tỉ trọng của hạt, chọn ρ = 1,25

g : Gia tốc trọng trường, g = 9,81 m^2/s

d : Đường kính tương đương của hạt, chọn d = 10^{-4} m

f : Hệ số ma sát phụ thuộc vào đặc tính bề mặt của hạt và số Raynol của hạt khi lắng, chọn f =0,025.

$$\rightarrow v_H = \left[\frac{8 \times 0,06 \times (1,25 - 1) \times 9,81 \times 10^{-4}}{0,025}\right]^{\frac{1}{2}} = 0,067\ (m/s)$$

– Vận tốc nước chảy trong vùng lắng:

$$v = \frac{Q}{B \times h_1} = \frac{7000}{7 \times 3{,}5 \times 86400} = 0{,}0033\ (m/s)$$

Ta thấy rằng v < v_H, điều kiện đặt ra để kiểm tra được thỏa mãn.

Máng thu nước ra bố trí ở phía cuối bể hình chữ U, gồm một máng chạy suốt chiều rộng bể và hai máng cạnh chiều dài bể.

– Tổng chiều dài máng thu là 15 m, chiều rộng của máng thu là 0,3 m.

– Sử dụng máng răng cưa bằng thép không gỉ có dạng chữ V, gắn chặt vào thành trong bể lắng nhằm điều chỉnh lượng nước tràn qua để vào máng thu và tăng hàm lượng oxi trong nước.

– Tải trọng thủy lực của máng thu:

$$q = \frac{Q}{l} = \frac{7000}{15} = 466{,}67\ (m^3/m\ dài.ngày)$$

Giá trị nằm trong giới hạn cho phép. *(Theo bảng 4-3, trang45, [5])*

– Vận tốc nước chảy vào máng tại mặt cắt ngang với độ sâu 3,5 m (mặt tiếp giáp vùng chứa cặn):

$$v = \frac{Q}{F_n} = \frac{7000}{6{,}4 \times 4{,}3 \times 86400} = 0{,}00294\ (m/s) < v_H$$

– Xác định hiệu quả khử BOD_5 và SS:

$$R = \frac{t}{a + b \times t}$$

Trong đó:

t: Thời gian lưu nước, t = 2,352 h.

a, b: Các hằng số thực nghiệm

Khử BOD_5: a = 0,018; b = 0,020. Khử cặn lơ lửng SS: a = 0,0075; b = 0,014.

(Theo bảng 4-5, trang48, [1])

+ Hiệu quả khử BOD_5 và SS:

$$R_{BOD} = \frac{2{,}352}{0{,}018 + 0{,}02 \times 2{,}352} = 36{,}16\ \%$$

$$R_{SS} = \frac{2{,}352}{0{,}0075 + 0{,}014 \times 2{,}352} = 58{,}18\ \%$$

– Lượng bùn khô sinh ra mỗi ngày:

$$G = \frac{58,18}{100} \times (935 \times 2000 + 653 \times 5000) \times 10^{-6} \times 1000 = 2987,5\ (kg/ngày)$$

– Thể tích bùn sinh ra mỗi ngày:

$$V_{bùn} = \frac{G}{C} = \frac{2987,5}{80} = 37,34\ (m^3/ngày)$$

Trong đó:

G: Hàm lượng bùn sinh ra mỗi ngày, G = 2987,5 kg/ngày.

C: Hàm lượng chất rắn trong bùn nằm trong khoảng 40 ÷ 120 (g/l) = 40 ÷ 120 (kg/m^3), lấy trung bình C = 80kg/m^3.

– Công suất máy bơm bùn tới bể nén bùn:

$$N = \frac{Q \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{37,34 \times 1053 \times 9,81 \times 7}{1000 \times 0,8 \times 86400} = 0,04\ kW$$

Trong đó:

Q: lượng bùn tươi cần xử lý, Q = 37,34 m^3/ngày.

ρ: Khối lượng riêng của bùn, ρ = 1053kg/m^3.

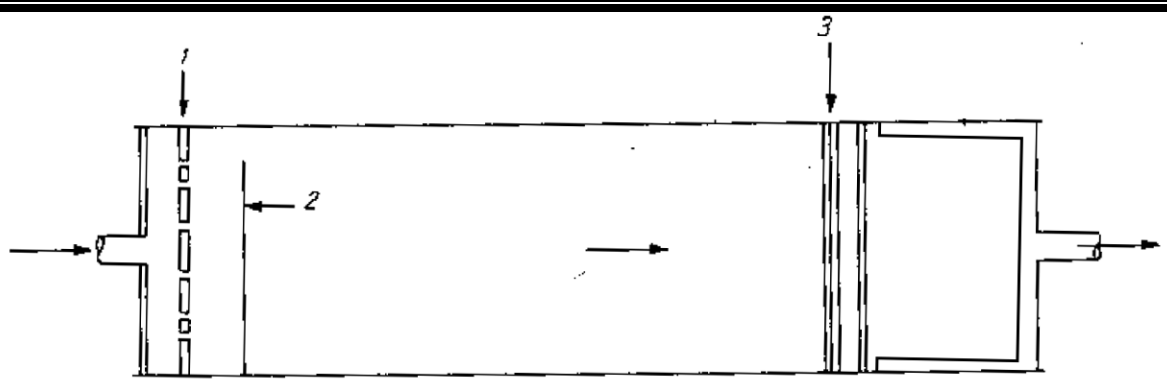
g: Gia tốc trọng trường, g = 9,81m/s^2.

H: Chiều cao cột áp, H = 7 m.

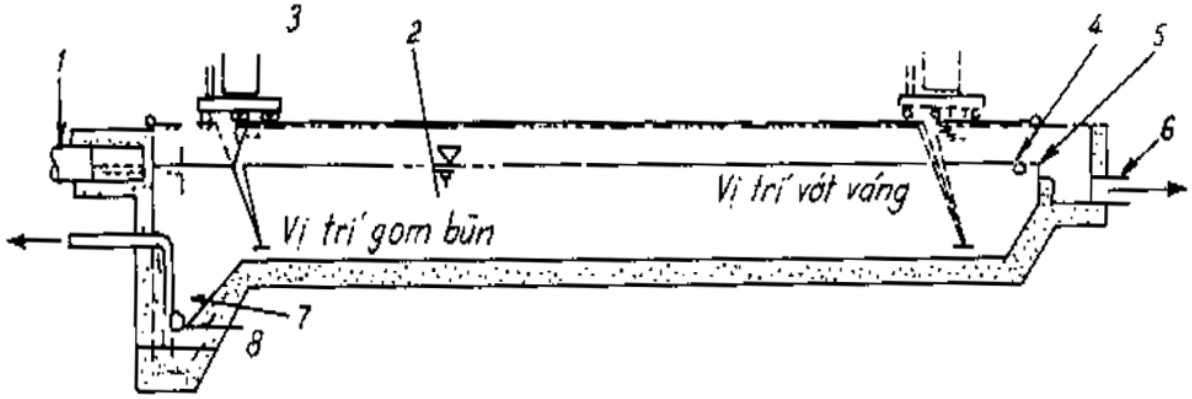
η: Hiệu suất bơm, chọn η = 80%

Bảng 3.6. Tóm tắt các thông số thiết kế bể lắng I

STT	Tông số	Kích thước	Đơn vị
1	Chiều dài bể	28	m
2	Chiều rộng bể	7	m
3	Chiều cao bể	4	m
5	Thời gian lưu nước trong bể	2,352	Giờ
7	Chiều dài máng thu	15	m
8	Hiệu quả khử BOD_5	36,16	%
9	Hiệu quả khử SS	58,18	%
10	Thể tích bùn sinh ra mỗi ngày	37,34	m^3/ngày



Hình 3.6. Mặt bằng bể lắng 1



1. Của dẫn nước thải vào; 2. Bể lắng; 3. Xe cào bùn; 4. Máng gom váng; 5. Vách chắn; 6. Cửa dẫn nước trong ra; 7. Hố chứa bùn; 8. ống dẫn bùn ra.

Hình 3.7. Mặt cắt bể lắng 1

3.2.8. Bể Aeroten

a. Nhiệm vụ

Bể Aeroten phân hủy các hợp chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học nhờ vi sinh vật hiếu khí, để giảm tải lượng ô nhiễm đến mức đạt yêu cầu. Mục đích chủ yếu của quá trình này là dựa vào hoạt động sống và sinh sản của vi sinh vật để ổn định chất hữu cơ làm keo tụ các hạt cặn lơ lửng không lắng được.

Sau thời gian lưu nước trong bể, nước thải được dẫn vào bể lắng. Tại bể lắng, một phần bùn sẽ được tuần hoàn trở lại bể Aeroten, phần còn lại sẽ đưa vào bể chứa bùn, khối lượng bùn tuần hoàn và không khí cần cung cấp phụ thuộc vào lưu lượng nước và nồng độ các chất ô nhiễm trong bể.

b. Nguyên tắc hoạt động

Nước từ bể lắng đợt I chảy vào bể Aeroten. Trong bể, các chất lơ lửng đóng vai trò là các giá thể cho vi khuẩn dính bám, sinh sản và phát triển dần lên thành các bông bùn hay còn gọi là bùn hoạt tính. Vi khuẩn sử dụng các chất hữu cơ trong nước thải làm thức ăn. Vì vậy, sau khi qua bể Aeroten, nước thải sẽ được xử lý gần như triệt để các hợp chất hữu cơ. Quá trình làm sạch các chất bẩn có trong nước thải trong bể Aeroten diễn ra theo hai dòng chảy hỗn hợp của nước thải và lượng bùn tuần hoàn.

c. Các thông số thiết kế

+ Lưu lượng nước thải Q = 7000 m^3/ngđ.
+ Hàm lượng BOD_5 đầu vào = 458mg/l; BOD_5 đầu ra = 50mg/l.
+ Nhiệt độ nước thải t = 20^0C.
+ Cặn lơ lửng đầu vào SS = 309 mg/l; SS đầu ra = 60 mg/l (gồm 65% là cặn lơ lửng có thể phân hủy sinh học).
+ Lượng bùn hoạt tính trong nước thải đầu vào bể X_0 = 0.
+ Tỉ số giữa chất rắn lơ lửng dễ hơi (VSS) với lượng chất rắn lơ lửng (SS) có trong nước thải là 0,7 (VSS/SS = 0,7), với độ tro của bùn hoạt tính là Z = 0,3.
+ Nồng độ cặn trong dòng tuần hoàn C_T = 10000g/m^3 hay 7000g/m^3 là cặn bay hơi.
+ Nồng độ bùn hoạt tính hay chất rắn lơ lửng bay hơi (VSS) duy trì trong bể là X = 3200 mg/l.
+ Thời gian lưu của tế bào trong hệ thống là θ_c = 4 ngày.
+ Hệ số chuyển đổi giữa BOD_5 và BOD_{20} là f = 0,68.
+ Hệ số phân hủy nội bào k_d = 0,06/ngày.
+ Hệ số sản lượng tối đa Y = 0,46.
+ Nước thải có đủ chất dinh dưỡng BOD_5: N: P = 100: 5: 1 và có các chất khoáng ở nồng độ rất nhỏ. Tổng hàm lượng muối < 500 mg/l.
+ Loại và chức năng bể: bể Aeroten khuấy trộn hoàn chỉnh. Ưu điểm: không xảy ra hiện tượng quá tải cục bộ ở bất cứ phần nào của bể.

d. Tính kích thước bể Aeroten

– Xác định nồng độ BOD_5 hòa tan trong nước đầu ra

Nồng độ BOD_5 hòa tan trong nước thải ở đầu ra của hệ thống tính theo công thức:

BOD_5 ra = BOD_5 hòa tan đi vào bể + BOD_5 chứa trong lượng cặn lơ lửng ở đầu ra.

+ Lượng cặn có thể phân hủy sinh học có trong cặn lơ lửng ở đầu ra:

$$SS \times 65\% = 60 \times 0{,}65 = 39\ (mg/l)$$

+ Lượng oxi cần cung cấp để oxi hóa hết lượng cặn có thể phân hủy sinh học:

$$39\,mg/l \times 1{,}42\,mg\ O_2 tiêu\ thụ/mg\ tế\ bào = 55{,}38\ (mg/l)$$

+ Chuyển đổi từ giá trị BOD_{20} sang BOD_5:

$$BOD_5 = BOD_{20} \times 0{,}68 = 55{,}38 \times 0{,}68 = 37{,}66\ (mg/l)$$

+ Lượng BOD_5 hòa tan còn lại trong nước khi ra khỏi bể lắng:

$$50\ (mg/l) = S + 37{,}66\ (mg/l) \rightarrow S = 50 - 37{,}66 = 12{,}34\ (mg/l)$$

– Hiệu quả xử lý tính theo BOD_5 hòa tan:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100 = \frac{458 - 12{,}34}{458} \times 100 = 97{,}3\%$$

– Thể tích bể Aeroten

$$V = \frac{QY\theta_c(S_0 - S)}{X(1 + k_d\theta_c)} = \frac{7000 \times 0{,}46 \times 4 \times (458 - 12{,}34)}{3200 \times (1 + 0{,}06 \times 4)} = 1446{,}6\ (m^3)$$

Chọn V = 1447 m^3.

Trong đó:

V: thể tích bể Aeroten m^3.

Q: lưu lượng nước đầu vào, Q = 7000m^3/ngđ.

Y: hệ số sản lượng cực đại, Y = 0,46.

θ_c: thời gian lưu của tế bào trong hệ thống, θ_c = 4 ngày.

k_d: hệ số phân hủy nội bào, k_d = 0,06/ngày.

S_0: nồng độ BOD_5 của nước thải vào bể, S_0 = 458 mg/l.

S: nồng độ BOD_5 sau bể lắng II, S = 12,34 mg/l.

X: nồng độ bùn hoạt tính duy trì trong bể, X = 3200 mg/l.

– Kích thước bể

+ Chia làm 2 bể, thể tích mỗi bể:

$$V_b = \frac{V}{2} = \frac{1447}{2} = 723{,}5\ (m^3)$$

+ Chọn chiều cao làm việc của bể là h = 4 m.

+ Chọn chiều cao bảo vệ của bể 0,5 m.

+ Chiều cao tổng cộng của bể: $H = h + h_{bv} = 4 + 0{,}5 = 4{,}5\ (m)$

+ Diện tích một bể:

$$F = \frac{V_b}{4} = \frac{723{,}5}{4} = 180{,}875\ (m^2)$$

+ Chiều rộng bể: B = 7 m

+ Chiều dài bể: L = 26 m,

Vậy kích thước xây dựng bể Aeroten như sau:

$$2 \times L \times B \times H = 2 \times 26 \times 7 \times 4{,}5\ (m)$$

– Thời gian lưu nước trong bể

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{1447}{7000} \times 24 = 4{,}96\ (h)$$

– Lưu lượng cặn phải xả ra hàng ngày khi hệ thống hoạt động ổn định

+ Hệ số tính lượng bùn sản sinh ra từ việc khử BOD_5:

$$Y_b = \frac{Y}{1 + \theta_c \times k_d} = \frac{0{,}46}{1 + 4 \times 0{,}06} = 0{,}371$$

+ Lượng bùn hoạt tính sinh ra trong một ngày do khử BOD_5 ở hai bể:

$$P_x = y_b \times Q \times (S_0 - S) = 0{,}371 \times 7000 \times (458 - 12{,}34) \times 10^{-3} = 1157{,}4\ (kg/ngày)$$

+ Tổng lượng cặn lơ lửng sinh ra tại hai bể do độ tro của cặn Z = 0,3

$$P_{xl} = \frac{P_x}{1 - Z} = \frac{1157{,}4}{1 - 0{,}3} = 1653{,}4\ (kg/ngày)$$

+ Lượng cặn dư hàng ngày phải xả đi tại hai bể:

$$P_x = P_{xl} - Q \times SS_{ra} = 1653{,}4 - 7000 \times 60 \times 10^{-3} = 1233{,}4\ (kg/ngày)$$

− Lượng bùn xả ra hàng ngày $Q_{xả}$ từ đáy bể lắng. Từ công thức:

$$\theta_c = \frac{V \times X}{Q_x \times C_T + Q_r \times C_r}$$

$$\rightarrow Q_x = \frac{VX - Q_r C_r \theta_c}{C_T \theta_c} = \frac{1447 \times 3200 - 7000 \times 60 \times 4}{7000 \times 4} = 105{,}37\ (m^3/ngày)$$

Trong đó:

$Q_{xả}$: Lưu lượng bùn phải xả ra trong một ngày (m^3/ngày)

V : Thể tích bể, V = 1447 m^3

θ_c: thời gian lưu của tế bào trong hệ thống, θ_c = 4 ngày

Q_r: Lưu lượng nước đầu ra của hệ thống (m^3/ngày)

$Q_r = Q = 7000 m^3$/ngày (coi lượng nước theo bùn là không đáng kể).

C_r: Nồng độ bùn hoạt tính trong nước ra khỏi bể lắng, C_r = 60 mg/l.

X: Nồng độ bùn hoạt tính trong bể Aeroten, X = 2300 mg/l.

C_T: Nồng độ chất rắn bay hơi có trong bùn hoạt tính tuần hoàn, C_T = 7000 mg/l.

+ Thời gian tích lũy bùn (tuần hoàn lại toàn bộ) không xả ban đầu:

$$T = \frac{V \times X}{P_x} = \frac{1447 \times 3200 \times 10^{-3}}{1157{,}4} = 4\ (ngày)$$

Thực tế thời gian tích lũy bùn sẽ dài hơn 3 đến 4 lần vì khi nồng độ bùn chưa đủ trong bể hiệu quả xử lý ở thời gian đầu sẽ thấp và lượng bùn sinh ra ít hơn P_x.

+ Sau khi hệ thống hoạt động ổn định, lượng bùn hữu cơ xả ra hàng ngày:

$$B = Q_x \times 10000\, g/m^3 = 105{,}37 \times 10000 = 1053700(g/m^3) = 1053{,}7\, kg/m^3$$

- Trong đó cặn bay hơi:

$$B' = 0{,}7 \times 1053{,}7 = 737{,}59\ (kg)$$

- Cặn bay hơi trong nước đã xử lý đi ra khỏi bể lắng:

$$B'' = Q_r \times C_r = 7000 \times 60 \times 10^{-3} = 420\ (kg)$$

- Tổng cặn hữu cơ sinh ra:

$$B' + B'' = 737{,}59 + 420 = 1157{,}59\ (kg) \approx P_x$$

+ Xác định lưu lượng tuần hoàn Q_T, để nồng độ bùn trong bể luôn giữ giá trị X = 3200 mg/l. Ta có: $Q_T \times C_T = (Q + Q_T) \times X$

Rút ra:

$$\alpha = \frac{Q_T}{Q} = \frac{X}{C_T - X} = \frac{3200}{7000 - 3200} = 0{,}842$$

$$\rightarrow Q_T = Q \times 0{,}842 = 7000 \times 0{,}842 = 5894\ (m^3/ngày)$$

– Kiểm tra chỉ tiêu làm việc của bể Aeroten

+ Kiểm tra giá trị của tốc độ ρ sử dụng chất nền (BOD_5) của 1gram bùn hoạt tính trong 1 giờ:

$$\rho = \frac{S_0 - S}{X \times \theta} = \frac{(458 - 12{,}34) \times 24}{3200 \times 4{,}96} = 0{,}674\ (g\ BOD_5/\ g\ bùn.h)$$

+ Tỷ số F/M (khối lượng chất nền trên khối lượng bùn hoạt tính):

$$\frac{F}{M} = \frac{S_0}{\theta \times X} = \frac{458 \times 24}{4{,}96 \times 3200} = 0{,}69\ (mgBOD_5/mg\ bùn.ngày)$$

Giá trị này nằm trong khoảng cho phép của thông số thiết kế bể (0,2 ÷ 1,0). (*Theo bảng 6-1, trang 91, [1]*)

+ Tải trọng bề mặt của bể:

$$L_a = \frac{S_0 \times Q}{V} = \frac{458 \times 10^{-3} \times 7000}{2803} = 1{,}144\ (kgBOD_5/m^3.ngày)$$

Giá trị này nằm trong khoảng thông số cho phép khi thiết kế bể (0,8 ÷ 1,9). (*Theo bảng 6-1, trang 91, [1]*)

– Tính toán lượng oxy cần cung cấp cho bể

+ Lượng oxy cần thiết cung cấp cho bể theo điều kiện chuẩn:

$$OC_o = \frac{Q \times (S_0 - S)}{f} - 1{,}42 \times P_x$$
$$= \frac{7000 \times (458 - 12{,}34) \times 10^{-3}}{0{,}68} - 1{,}42 \times 1157{,}4$$
$$= 2944{,}2\ (kgO_2/ngày)$$

+ Lượng oxy cần cung cấp cho bể trong điều kiện thực ở 20^0C:

$$OC_t = OC_0 \times \frac{C_s}{C_s - C_L} = 2944{,}2 \times \frac{9{,}08}{9{,}08 - 2} = 3776\ (kgO_2/ngày)$$

Trong đó:

C_s: Nồng độ oxi bão hòa trong nước sạch ở nhiệt độ 20^0C, C_s = 9,08 mg/l

C_L: Lượng oxi hòa tan cần duy trì trong bể, C_L = 2mg/l

– Lượng khí cần thiết để cấp vào bể:

$$Q_{kk} = \frac{OC_t}{OU} \times f$$

Trong đó:

OC_t: Lượng oxy thực tế cần cung cấp cho bể, OC_t = 3776 kg O_2/ngày.

f : Hệ số an toàn, chọn f = 1,5

OU: Công suất hòa tan oxi vào nước thải của thiết bị phân phối

Chọn dạng đĩa xốp, có máng phân phối dạng mịn, đường kính là 170 mm, diện tích bề mặt F = 0,02 m^2.

Cường độ thổi khí 200 l/phút đĩa = 12m^3/giờ.đĩa.

Độ sâu ngập nước của thiết bị phân phối khí h = 3,8 m (lấy gần đúng bằng chiều sâu bể).

Ta có: Ou = 7 O_2 g/m3.m *(Theo bảng 7-1, trang 112, [1])*

$$OU = Ou \times H = 7 \times 3{,}8 = 26{,}6\ (g\,O_2/m^3)$$

Ou: Công suất hòa tan oxi vào nước thải của thiết bị phân phối tính theo g O_2/m_3 không khí.

$$Q_{kk} = \frac{OC_t}{OU} \times f = \frac{3776}{26{,}6 \times 10^{-3}} \times 1{,}5 = 212932{,}3\ (m^3/ngày) = 8872\ (m^3/h)$$

– Số đĩa cần phân phối trong bể:

$$n = \frac{Q_{kk}\ m^3/h}{12\,m^3/h} = \frac{8872}{12} = 739{,}3\ (đĩa)$$

Chọn n = 740 đĩa, chia đều cho 2 bể, mỗi bể 370 đĩa.

– Cách bố trí đĩa phân phối khí:

+ Mỗi bể gồm có 370 đĩa khí, 37 ống nhánh phân phối khí, trên mỗi ống nhánh có 10 đĩa phân phối khí.

+ Chiều dài của bể là 26 m ta bố trí như sau: khoảng cách giữa hai ống nhánh ngoài cùng với thành bể là 0,4 m; khoảng cách giữa hai ống nhánh là 0,7 m.

+ Trên mỗi ống nhánh bố trí các đĩa phân phối khí như sau: khoảng cách giữa hai đĩa phân phối khí ngoài cùng với thành bể là 0,35 m; khoảng cách giữa hai đĩa phân phối khí là 0,7 m.

+ Trụ đỡ: Từng trụ được đặt giữa hai đĩa cạnh nhau.

Kích thước trụ đỡ là: $D \times R \times C = 0,2 \times 0,2 \times 0,2\ (m)$

e. Tính toán các thiết bị phụ

– Tính toán máy thổi khí

+ Áp lực cần thiết của máy thổi khí: $H_m = h_l + h_d + h$

Trong đó:

h_l: Tổn thất trong hệ thống ống vận chuyển thường ≤ 0,4 m, chọn h_l = 0,4 m.

h_d: Tổn thất do đĩa phun thường ≤ 0,5 m, chọn h_d = 0,5 m.

h: Độ sâu ngập nước của miệng vòi phun, h = 3,8 m.

$$H_m = 0,4 + 0,5 + 3,8 = 4,7\ (m)$$

+ Áp lực máy thổi khí tính theo Atmotphe:

$$P_m = \frac{10,33 + H_m}{10,33} = \frac{10,33 + 4,7}{10,33} = 1,455\ (atm)$$

+ Năng suất yêu cầu cho mỗi bể:

$$Q_k = \frac{Q_{kk}}{2} = \frac{8872}{2} = 4436\ (m^3/h) = 1,232\ (m^3/s)$$

+ Công suất máy thổi khí:

$$P_{máy} = \frac{34400 \times \left(P_m^{0,29} - 1\right) \times Q_k}{102 \times \eta} = \frac{34400 \times (1,455^{0,29} - 1) \times 1,232}{102 \times 0,8} = 59,668\ (kW)$$

Trong đó:

$P_{máy}$: Công suất yêu cầu của máy nén khí, kW

Q_k: Lưu lượng không khí, Q_k = 1,232 m^3/s.

P_m: Áp suất máy thổi khí, P_m = 1,455 atm.

η : Hiệu suất máy nén khí, chọn η = 0,8.

Vậy chọn máy nén khí có công suất P = 60 kW.

– Tính toán đường ống dẫn khí

Vận tốc khí trong ống dẫn khí chính từ 10 ÷ 15 m/s, chọn $V_{khí}$ = 15m/s.

+ Lưu lượng khí cần cấp cho đường ống phân phối chính trong một bể:

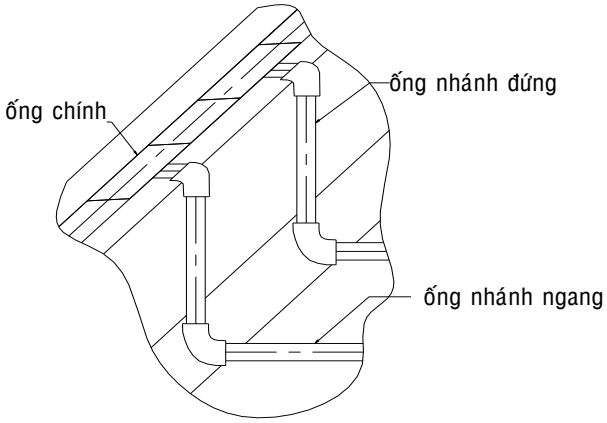
$$Q_k = 1{,}231\ (m^3/s)$$

+ Đường kính ống phân phối chính 1:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_k}{V_{khí} \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1{,}234}{15 \times \pi}} = 0{,}323\ (m)$$

Chọn loại ống sắt tráng kẽm Φ = 325 mm.

Từ ống chính ta phân làm 37 ống nhánh cung cấp khí cho bể:



Hình 3.8. Sơ đồ ống phân phối khí từ ống chính sang ống nhánh

+ Lưu lượng khí cung cấp cho mỗi ống nhánh:

$$Q_k' = \frac{Q_k}{37} = \frac{1{,}231}{37} = 0{,}033\ (m^3/s)$$

Vận tốc khí trong ống nhánh (10 ÷ 15 m/s), chọn $v_{khí}$ = 15m/s.

+ Đường kính ống nhánh:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q_k'}{v_{khí} \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}033}{15 \times \pi}} = 0{,}053\ (m)$$

Chọn loại ống sắt tráng kẽm Φ = 55 mm.

+ Kiểm tra lại vận tốc

Vận tốc khí trong ống chính:

$$V_{khí} = \frac{4 \times Q_k}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 1{,}231}{\pi \times 0{,}325^2} = 14{,}84\ (m/s)$$

Vậy $V_{khí}$ nằm trong khoảng cho phép (10 ÷ 15 m/s).

Vận tốc khí trong ống nhánh:

$$v_{khí} = \frac{4 \times Q_k^{'}}{\pi \times d^2} = \frac{4 \times 0{,}033}{\pi \times 0{,}055^2} = 13{,}89\ (m/s)$$

Vậy $v_{khí}$ nằm trong khoảng cho phép (10 ÷ 15 m/s).

– Tính toán đường ống dẫn nước vào và ra khỏi bể

Vận tốc nước thải trong ống (giới hạn 0,7 ÷ 1,5 m/s), chọn v = 1 m/s.

+ Lưu lượng nước thải của mỗi bể là:

$$Q = \frac{7000}{2} = 3500\, m^3/ngày = 0{,}041\ (m^3/s)$$

+ Chọn loại ống dẫn nước thải là ống PVC, đường kính của ống:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{1 \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}041}{1 \times \pi}} = 0{,}228\ (m)$$

Tra theo catalogue ống nhựa, ta chọn loại ống PVC Φ = 225 mm.

+ Kiểm tra lại vận tốc nước chảy trong ống:

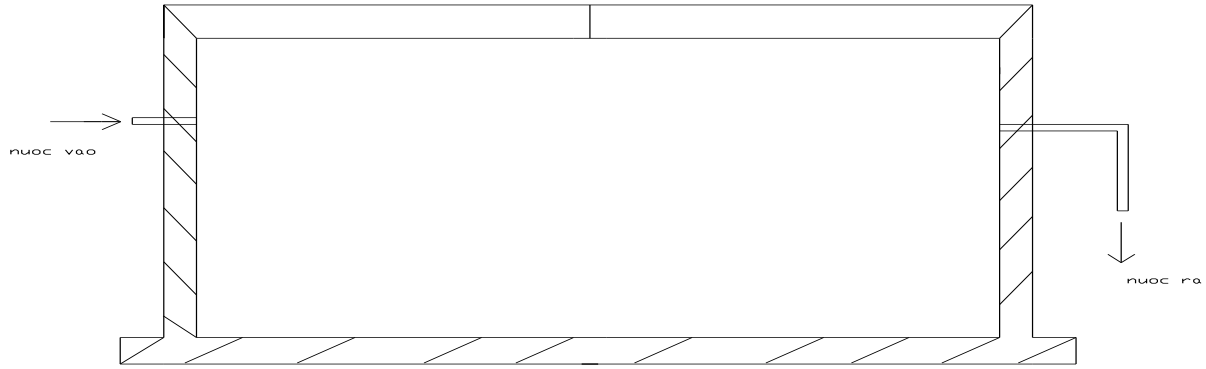
$$v = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 0{,}041}{\pi \times 0{,}225^2} = 1{,}031\ (m/s)$$

Vậy vận tốc nước thải trong ống nằm trong giới hạn cho phép (0,7 ÷ 1,5 m/s)

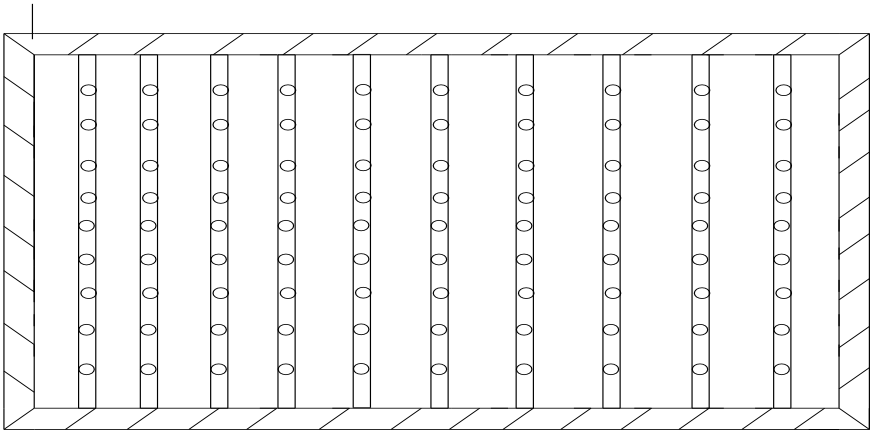
– Hai bể Aeroten được xây dựng bằng bê tông cốt thép, mỗi bể có kích thước 26 x 7 x 4,5m. Nước tự chảy sang bể lắng 2 mà không dùng bơm. Mỗi bể được bố trí hệ thống sục khí gồm: hai ống chính dẫn khí Φ 325 mm, 37 ống nhánh có Φ = 55mm với 370 đĩa sứ - lưới phân phối khắp bể.

Bảng 3.7. Tóm tắt các thông số thiết kế một bể Aeroten

STT	Thông Số	Kích Thước	Đơn Vị
1	Chiều dài	26	m
2	Chiều rộng	7	m
3	Chiều cao	4,5	m
4	Thời gian lưu bùn	4,96	Giờ
5	Chiều dài ống chính dẫn khí	25,6	m
6	Tổng chiều dài ống nhánh dẫn khí	246,05	m
7	Đĩa sứ-lưới thổi khí	370	cái



Hình 3.9. Mặt cắt bể Aeroten



Hình 3.10. Mặt bằng bể Aeroten

3.2.9. Bể lắng II

a. Mục đích

Lắng trong nước ở phần trên của bể để xả ra nguồn tiếp nhận; cô đặc bùn hoạt tính đến nồng độ nhất định ở phần dưới của bể nhằm loại bỏ lớp cặn dư và tuần hoàn bùn về bể Aeroten.

Nước thải sau khi qua bể Aeroten, sẽ tự chảy về bể lắng, lượng cặn được thu dưới đáy của bể.

b. Nguyên lý hoạt động

Nước cần xử lý vào ống trung tâm của bể, rồi được phân phối vào vùng lắng. Trong vùng lắng nước chuyển động chậm dần từ tâm bể ra ngoài và từ trên xuống dưới. Ở đây, cặn được lắng xuống đáy, nước trong thì được thu vào máng vòng và theo đường ống sang bể khử trùng.

c. Tính toán

Có hai bể lắng II nối tiếp với hai bể Aeroten, hai bể này làm việc song song nhau.

Diện tích bề mặt bể lắng: hai bể lắng giống nhau nên chỉ cần tính toán một bể.

$$S = \frac{Q \times (1 + \alpha) \times C_o}{C_T \times V_L}$$

Trong đó:

S: Diện tích mặt bằng của bể lắng, m^2

Q: Lưu lượng nước thải đưa vào xử lý, Q = 3500 m^3/ngày = 145,83 m^3/h.

α: Hệ số tuần hoàn, α = 0,842

C_o: Nồng độ bùn hoạt tính trong bể Aeroten (tính theo chất rắn lơ lửng)

$$C_o = \frac{3200}{0,7} = 4571\ (mg/l) = 4571(g/m^3)$$

C_T: Nồng độ bùn trong dòng tuần hoàn, C_T = 10000 mg/l = 10000 g/m^3.

V_L: Vận tốc lắng của mặt phân chia phụ thuộc vào nồng độ cặn C_L và tính chất của cặn. V_L xác định bằng thực nghiệm.

Tuy nhiên do không có điều kiện thí nghiệm nên ta xác định V_L bằng công thức sau.

$V_L = V_{max} \times e^{-KC_L 10^{-6}}$

Trong đó:

C_L: Nồng độ cặn tại mặt lắng L (bề mặt phân chia)

$$C_L = \frac{1}{2} \times C_T = \frac{1}{2} \times 10000 = 5000\, mg/l = 5000(g/m^3)$$

V_{max} = 7 m/h
K = 600 (cặn có chỉ số thể tích 50 < SVI < 150)
$\rightarrow V_L = 7 \times e^{-600 \times 5000 \times 10^{-6}} = 0{,}35\ (m/h)$

Vậy diện tích phần lắng của bể:

$$S = \frac{145{,}83 \times (1 + 0{,}842) \times 4571}{10000 \times 0{,}35} = 350{,}8\ (m^2)$$

– Diện tích của bể nếu tính thêm buồng phân phối trung tâm:

$$S_b = 1{,}1 \times S = 1{,}1 \times 350{,}8 = 385{,}88\ (m^2)$$

Lấy S_b = 386 m^2.

– Đường kính bể:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S_b}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 386}{\pi}} = 22{,}2\ (m)$$

– Đường kính buồng phân phối trung tâm:

$$d = 0{,}25 \times D = 0{,}25 \times 22{,}2 = 5{,}55\ (m)$$

– Diện tích buồng phân phối trung tâm:

$$F = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times 5{,}55^2}{4} = 24{,}2\ (m^2)$$

– Diện tích vùng lắng của bể:

$$S_L = 386 - 24{,}2 = 362(m^2)$$

– Tải trọng thủy lực:

$$a = \frac{Q}{S_L} = \frac{3500}{362} = 9{,}67\ (m^3/m^2 . ngày)$$

– Vận tốc đi lên của dòng nước trong bể:

$$v = \frac{a}{24} = \frac{9{,}67}{24} = 0{,}403\ (m/h)$$

→ Với diện tích này, bể có thể làm việc với lưu lượng giờ cao điểm

Q = $a_{bảng}$ × S_L =16,4 × 362 = 5936,8 m^3/ngày, gấp n = 5936,8/3500 = 1,7 lần lưu lượng giờ trung bình.

– Máng thu nước có đường kính bằng 0,8 đường kính bể:

$$D_{máng} = 0{,}8 \times D = 0{,}8 \times 22{,}2 = 17{,}76\ (m)$$

Sử dụng máng răng cưa gắn chặt vào thành máng thu nước nhằm điều chỉnh lượng nước tràn qua để vào máng thu.

– Chiều dài máng thu nước:

$$L = \pi \times D_{máng} = \pi \times 17{,}76 = 55{,}8\ (m)$$

– Tải trọng thu nước trên 1m dài của máng:

$$a_L = \frac{Q}{L} = \frac{3500}{55{,}8} = 62{,}7\ (m^3/m\,dài.ngày) < 125$$

– Tải trọng bùn:

$$b = \frac{(Q + Q_T') \times C_o}{24 \times S_L} = \frac{(3500 + 2947) \times 4571 \times 10^{-3}}{24 \times 362} = 3{,}392\ (kg/m^2.h)$$

– Xác định chiều cao bể

+ Chọn chiều cao bể: H = 4,5 m.

+ Chiều cao dự trữ trên mặt thoáng: h_1 = 0,8 m.

+ Chiều cao cột nước trong bể: h = H – h_1 = 4,5 – 0,8 = 3,7 m, gồm:

- Chiều cao phần nước trong h_2 = 2 m.
- Chiều cao phần chóp đáy bể có độ dốc 2% về phía hướng tâm:

$$h_3 = 0{,}02\frac{D}{2} = 0{,}02 \times \frac{22{,}2}{2} = 0{,}222\ (m)$$

Lấy tròn h_3 = 0,25 m.

+ Chiều cao chứa bùn phần hình trụ:

$$h_4 = h - h_2 - h_3 = 4 - 2 - 0{,}25 = 1{,}75\ (m)$$

– Thể tích phần chứa bùn:

$$V_{bùn} = S_L \times h_4 = 382 \times 1{,}75 = 633{,}5\ (m^3)$$

– Nồng độ bùn trung bình trong bể:

$$C_{tb} = \frac{C_L + C_T}{2} = \frac{5000 + 10000}{2} = 7500\ (g/m^3) = 7{,}5\ (kg/m^3)$$

– Lượng bùn chứa trong bể lắng:

$$G_{bùn} = V_{bùn} \times C_{tb} = 633{,}5 \times 7{,}5 = 4751{,}25\ (kg)$$

– Lượng bùn cần thiết trong một bể Aeroten:

$$G_{cần} = V_{bể\ Ae} \times C_o = 723{,}5 \times 4{,}571 = 3307\ (kg)$$

→ Như vậy, nếu phải tháo khô một bể Aeroten để sửa, sau đó hoạt động lại thì bùn từ bể lắng đủ cấp để bể Aeroten có thể hoạt động ngay. Không cần phải có thời gian khởi động để tích lũy cặn.

– Thời gian lưu nước trong bể

+ Dung tích bể:

$$V = h \times S_b = 3{,}7 \times 386 = 1428\ (m^3)$$

+ Nước đi vào bể lắng:

$$Q_t = (1 + \alpha) \times Q = (1 + 0{,}842) \times 145{,}83 = 268{,}8\ (m^3/h)$$

+ Thời gian lắng:

$$T = \frac{V}{Q_t} = \frac{1428}{268{,}8} = 5{,}3\ (h)$$

– Tính toán đường ống dẫn bùn tuần hoàn

+ Lưu lượng bùn tuần hoàn trong một bể Aeroten:

$$Q'_T = \frac{Q_T}{2} = \frac{5894}{2} = 2947\ (m^3/ngày) = 0{,}034\ (m^3/s)$$

Vận tốc bùn chảy trong ống trong điều kiện có bơm là 1 ÷ 2 m/s. Chọn vận tốc bùn trong ống v = 1 m/s.

+ Đường kính ống dẫn bùn tuần hoàn:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q'_T}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}034}{1 \times \pi}} = 0{,}208\ (m)$$

Tra theo catalogue ống nhựa, ta chọn loại ống PVC Φ = 200 mm.

+ Kiểm tra lại vận tốc bùn tuần hoàn trong ống:

$$v = \frac{4 \times Q'_T}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 0{,}034}{\pi \times 0{,}200^2} = 1{,}082\ (m/s)$$

Vậy vận tốc bùn tuần hoàn trong ống nằm trong giới hạn cho phép (0,7 ÷ 1,5 m/s).

– Tính toán đường ống dẫn bùn dư

+ Lưu lượng bùn dư mỗi bể:

$$Q'_x = \frac{Q_x}{2} = \frac{105{,}37}{2} = 52{,}685\ (m^3/ngày) = 0{,}00061(m^3/s)$$

+ Vận tốc bùn chảy trong ống trong điều kiện có bơm là 1 ÷ 2 m/s. Chọn vận tốc bùn trong ống: v = 1 m/s.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q'_x}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}00061}{1 \times \pi}} = 0{,}028\ (m)$$

Tra theo catalogue ống nhựa, ta chọn loại ống PVC Φ = 27 mm.

+ Kiểm tra lại vận tốc bùn tuần hoàn trong ống:

$$v = \frac{4 \times Q'_x}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 0{,}00061}{\pi \times 0{,}027^2} = 1{,}065\ (m/s)$$

Vậy vận tốc bùn tuần hoàn trong ống nằm trong giới hạn cho phép (0,7 ÷ 1,5 m/s).

– Chọn máy bơm bùn tuần hoàn cho mỗi bể Aeroten

+ Lưu lượng mỗi bơm:

$$Q'_T = 2947\ m^3/ngày = 0{,}034\ (m^3/s)$$

Cột áp của bơm: H = 7m

+ Công suất bơm:

$$N = \frac{Q'_T \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{0{,}034 \times 1053 \times 9{,}81 \times 7}{1000 \times 0{,}8} = 3{,}07\ (kW)$$

Trong đó:

Q: lượng bùn tươi cần xử lý, Q = 0,034 m^3/s.

ρ: Khối lượng riêng của bùn, ρ = 1053kg/m^3.

g: Gia tốc trọng trường, g = 9,81m/s^2.

H: Chiều cao cột áp, H = 7 m.

η: Hiệu suất bơm, chọn η = 80%

Chọn mỗi bể 2 bơm, mỗi bơm có công suất 3 kW với lưu lượng 0,034 m^3/s, chiều cao cột áp là 7m, 2 bơm hoạt động luân phiên (một bơm hoạt động một bơm nghỉ).

– Bơm bùn dư ra bể chứa bùn

+ Lưu lượng bơm:

$$Q_x = 105{,}37\ m^3/ngày = 0{,}00122\ (m^3/s)$$

Cột áp của bơm: H = 7 m.

+ Công suất mỗi bơm:

$$N = \frac{Q_x \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{0{,}00122 \times 1053 \times 9{,}81 \times 7}{1000 \times 0{,}8} = 0{,}11\ (kW)$$

Trong đó:

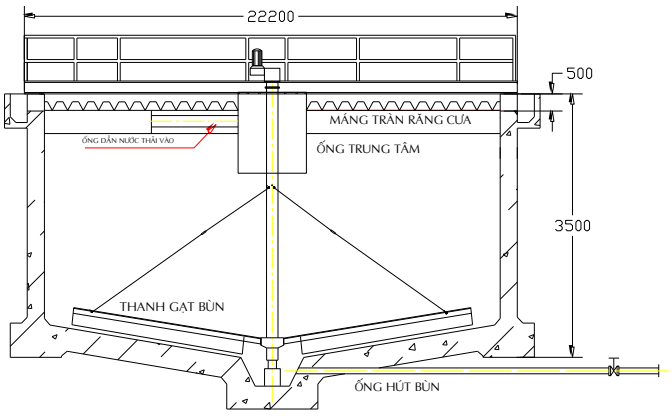
η : Hiệu suất của bơm, chọn η = 0,8.

ρ: Khối lượng riêng của bùn, ρ = 1000 kg/m^3.

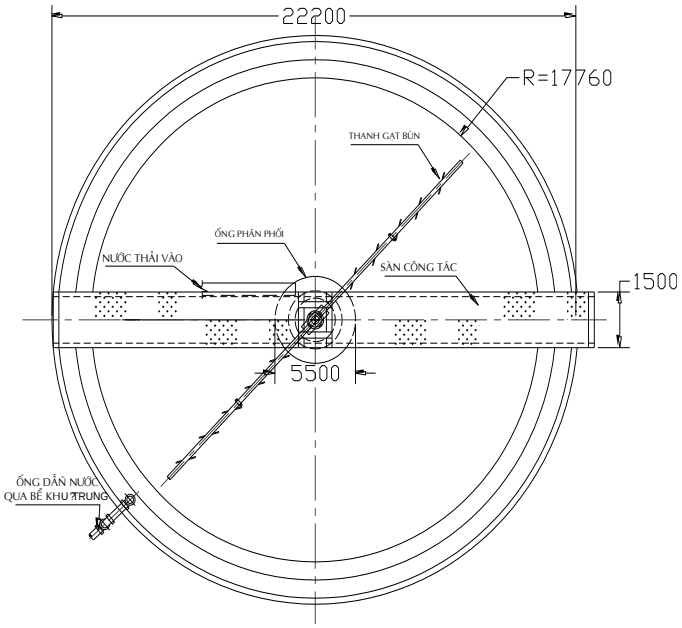
Chọn hai bơm có công suất 0,11 kW với lưu lượng 0,00122 m^3/s, chiều cao cột áp là 7 m. 2 bơm hoạt động luân phiên (một bơm hoạt động một bơm nghỉ).

Bảng 3.8. Tóm tắt các thông số thiết kế một bể lắng II

STT	Thông Số	Kích Thước	Đơn Vị
1	Đường kính bể	22,2	m
2	Đường kính ống trung tâm	5,55	m
3	Chiều cao bể	4,5	m
4	Chiều cao cột nước	3,7	m
5	Đường kính máng thu nước	17,76	m
6	Chiều dài máng thu nước	55,8	m
7	Thời gian lưu	5,3	Giờ



Hình 3.11. Mặt cắt bể lắng 2



Hình 3.12. Mặt bằng bể lắng 2

3.2.10. Bể chứa bùn

– Bể chứa bùn chứa lượng bùn cặn từ bể lắng I và lượng bùn hoạt tính dư từ bể lắng II:

$$Q_x = Q_{x1} + Q_{x2} = 37{,}34 + 105{,}37 = 142{,}71\ (m^3/ngày)$$

Chọn thời gian lưu bùn trong bể chứa bùn là 8 giờ.

– Thể tích bể chứa bùn:

$$V = Q_x \times t = \frac{142{,}71}{24} \times 8 = 41{,}57\ (m^3)$$

+ Chọn chiều cao làm việc của bể chứa bùn, h = 2 m.

+ Chiều cao bảo vệ của bể chứa bùn, h_{bv} = 0,5 m.

+ Chiều cao xây dựng của bể: $H = h + h_{bv} = 2 + 0{,}5 = 2{,}5\ (m)$

– Chọn kích thước xây dựng của bể: $L \times B \times H = 6 \times 3{,}5 \times 2{,}5\ (m)$

3.2.11. Bể nén bùn

a. Nhiệm vụ

Bể nén bùn có nhiệm vụ làm tăng nồng độ cặn của bể lắng đợt I và bùn hoạt tính dư ở bể lắng đợt II từ 99.2% xuống còn 95%. Nhằm làm giảm khối lượng vận chuyển và thể tích các công trình xử lý ở phía sau.

b. Nguyên lý hoạt động

Bể cô đặc cặn trọng lực làm việc như bể lắng đứng hình tròn. Dung dịch bùn cặn loãng đi vào buồng phân phối đặt ở tâm bể, cặn lắng xuống và được lấy ra từ đáy bể, nước được thu bằng máng vòng quanh chu vi bể và đưa về bể điều hòa. Trong bể đặt máy gạt cặn để gạt cặn ở đáy bể về máng thu trung tâm. Để tạo ra các khe hở cho nước chuyển động lên trên mặt, trên tay đòn của máy cào cặn gắn các thanh dọc (bằng gỗ hoặc bằng thép), khi máy cào cặn chuyển động quanh trục, các thanh dọc này sẽ khuấy nhẹ khối cặn, nước trào nên trên làm cho cặn đặc hơn.

c. Tính toán

– Diện tích bể nén bùn ly tâm:

$$F = \frac{Q_x}{q_0} = \frac{142{,}71}{0{,}5 \times 24} = 11{,}89\ (m^2)$$

Chọn F = 12 m^2.

Trong đó:

Q_x: Lượng bùn cặn, Q_x = 142,71 m^3/ngày.

q_0: tải trọng tính toán lên diện tích mặt thoáng của bể nén bùn, q_0= 0,5 m^3/m^2.h

– Đường kính bể nén bùn:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 12}{\pi}} = 3{,}91\ (m)$$

Chọn d = 4 m.

– Đường kính ống trung tâm:

$$d_{tt} = 0{,}2 \times d = 0{,}2 \times 4 = 0{,}8\ (m)$$

– Chiều cao ống trung tâm: h_{tt} = 1 m.

– Chọn thời gian nén bùn là 8h (từ 5 ÷ 8h đối với bể li tâm).

+ Chiều cao làm việc của bể nén bùn: $h = q_0 \times t = 0{,}5 \times 8 = 4\ (m)$

+ Chiều cao từ đáy bể đến mức bùn: h_1 = 0,8 m.

+ Chiều cao lớp bùn và lắp đặt thiết bị gạt bùn ở đáy: h_2 = 0,3 m.

+ Chiều cao bảo vệ của bể nén bùn: h_{bv} = 0,5 m.

– Chiều cao xây dựng của bể nén bùn:

$$H = h + h_1 + h_2 + h_{bv} = 4 + 0{,}8 + 0{,}3 + 0{,}5 = 5{,}6\ (m)$$

Bùn đã nén được xả định kì dưới áp lực thủy tĩnh. Bể được đặt ở vị trí tương đối cao để nước sau khi tách bùn tự chảy trở lại bể điều hòa để tiếp tục xử lí một lần nữa.

– Bơm bùn lên bể nén bùn

+ Lưu lượng bơm:

$$Q = 142{,}71\ m^3/ngày = 0{,}00165\ (m^3/s)$$

Cột áp của bơm: H = 7 m.

+ Công suất mỗi bơm:

$$N = \frac{Q_x \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{0{,}00165 \times 1053 \times 9{,}81 \times 7}{1000 \times 0{,}8} = 1{,}5\ (kW)$$

Trong đó:

Q: lượng bùn tươi cần xử lý, Q = 142,71 m^3/ngày.

ρ: Khối lượng riêng của bùn, ρ = 1053kg/m^3.

g: Gia tốc trọng trường, g = 9,81m/s^2.

H: Chiều cao cột áp, H = 7 m.

η: Hiệu suất bơm, chọn η = 80%

Chọn hai bơm có công suất 0,15 kW với lưu lượng 0,00165 m^3/s, chiều cao cột áp là 7 m. 2 bơm hoạt động luân phiên (một bơm hoạt động một bơm nghỉ).

3.2.12. Thiếu bị ép bùn

a. Chức năng

Làm khô cặn đã nén từ bể nén bùn, giảm độ ẩm của cặn từ 95% xuống còn 15 ÷ 25%.

b. Tính toán

- Chọn thiết bị lọc ép băng tải, máy làm việc 24 giờ/ngày, 7 ngày/tuần.
- Lưu lượng cặn đến lọc ép băng tải:

$$Q_b = Q_x \times \frac{100 - P_1}{100 - P_2} = 5{,}95 \times \frac{100 - 99{,}2}{100 - 95} = 0{,}952\ (m^3/h)$$

Trong đó:

Q_x: Lưu lượng bùn cặn đến máy ép băng tải tính theo giờ, Q_x = 5,95 m^3/h.

P_1: Độ ẩm ban đầu của bùn, P_1 = 99,2%

P_2: Độ ẩm của bùn sau khi nén, P_2 = 95%

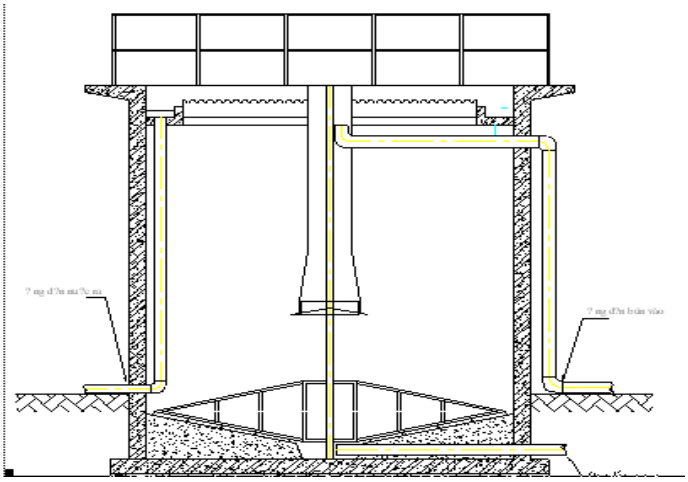
- Hàm lượng bùn hoạt tính sau khi nén C = 50 kg/m^3.
- Lượng cặn đưa đến máy lọc ép băng tải là:

$$Q_c = C \times Q_b = 50 \times 0{,}952 = 47{,}6\ (kg/h) = 1142{,}4\ (kg/ngày)$$

- Tải trọng cặn trên 1m rộng của băng tải dao động trong khoảng 90 ÷ 680kg/m chiều rộng băng tải, chọn băng tải có năng suất N = 150 kg/m rộng.h.
- Chiều rộng băng tải:

$$b = \frac{Q_c}{N} = \frac{47{,}6}{150} = 0{,}32\ (m)$$

- Chọn máy có chiều rộng băng 0,35m và năng suất 150kg/m.rộng.h.



Hình 3.13. Sơ đồ bể nén bùn

3.2.13. Bể khử trùng

a. Nhiệm vụ

Sau các giai đoạn xử lí cơ học, sinh học… song song với việc làm giảm nồng độ các chất ô nhiễm đạt tiêu chuẩn quy định thì số lượng vi trùng cũng giảm đáng kể đến 90 ÷ 95%. Tuy nhiên, lượng vi trùng vẫn còn cao khoảng 10^5 ÷ 10^6 vi khuẩn trong 1 ml nước thải. Hầu hết các loại vi khuẩn có trong nước thải không phải là vi trùng gây bệnh, nhưng không loại trừ khả năng tồn tại một vài loài vi khuẩn gây bệnh nào đó. Nếu xả nước thải ra nguồn cấp nước, hồ bơi, hồ nuôi cá thì khả năng lan truyền bệnh sẽ rất lớn, do đó phải có biện pháp tiệt trùng nước thải trước khi xả ra nguồn tiếp nhận.

Để khử trùng nước thải có thể sử dụng các biện pháp như: Clo hóa, ozôn hóa, khử trùng bằng tia hồng ngoại UV nhưng thông dụng nhất hiện nay là dùng Clo để khử trùng nguồn nước trước khi thải ra nguồn tiếp nhận.

b. Nguyên tắc hoạt động

Trong hệ thống này dùng clo lỏng để khử trùng, cơ sở của phương pháp này là dùng chất oxi hoá mạnh, để oxi hoá tế bào vi sinh vật và tiêu diệt chúng. Ưu điểm của phương pháp này là vận hành đơn giản, rẻ tiền và đạt hiệu suất cao chấp nhận được.

Phản ứng thủy phân giữa Clo và nước thải xảy ra như sau:

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$

HOCl là một axít yếu, không bền vững dễ dàng bị phân hủy thành HCl và oxi nguyên tử

$$HOCl \longrightarrow HCl + O \text{ hoặc bị phân li thành } HOCl \longrightarrow H^+ + OCl^-$$

HOCl, O, OCl^- là những chất oxi hóa mạnh, có khả năng tiêu diệt vi trùng.

Để định lượng Clo, xáo trộn Clo hơi với nước, điều chế clo nước thường sử dụng thiết bị Clorato chân không.

c. Tính toán

Giai đoạn khử trùng được thực hiện ở các công trình: trạm Clorato và bể tiếp xúc.

∗ Trạm Clorato

Clo lỏng được chứa trong bình kín, khi mở van bình Clo lỏng sẽ bóc hơi và được dẫn qua thiết bị định lượng Clo gọi là Clorato. Hơi Clo kết hợp với nước tạo thành nước Clo, nước Clo được dẫn tới bể tiếp xúc để thực hiện quá trình khử trùng.

− Lượng Clo hoạt tính cần thiết để khử trùng nước thải được tính theo công thức:

$$V_a = a \times Q = \frac{3 \times 291{,}67}{1000} = 0{,}875\ (kg/h)$$

Trong đó:

a: Liều lượng Clo cần thiết để khử trùng $1m^3$ nước thải , chọn a = 3 mg/l = 3 g/m^3.

Q: Lưu lượng nước thải cần xử lý tính theo giờ, Q = 291,67 m^3/h.

− Lưu lượng nước cần thiết tại trạm Clorator:

$$Q_{Clo} = \frac{V_a}{C_{Clo}} = \frac{0{,}875}{2} = 0{,}438\ (m^3/h)$$

Trong đó:

V_a: Lượng Clo hoạt tính cần thiết để khử trùng nước thải, V_a = 0,875 kg/h.

C_{Clo}: Hàm lượng Clo trong nước Clo, kg/m^3. Lấy bằng độ hòa tan của Clo trong nước ở nhiệt độ làm việc của nước thải 0,2% hay 2 kg/m^3.

– Lượng Clo sử dụng trong 1 ngày

– $M = V_a \times 24 = 0{,}875 \times 24 = 21\ (kg/ngày)$

Từ các thông số trên, ta chọn Clorator có công suất theo hơi Clo 0,4 ÷ 2,05 kg/giờ, nước từ thiết bị clorator được dẫn đến mương xáo trộn bằng loại đường ống cao su mềm nhiều lớp, Φ = 60 ÷ 70 mm.

∗ Tính toán bể khử trùng

– Chọn thời gian tiếp xúc giữa Clo và nước thải là 30 phút, thể tích bể khử trùng:

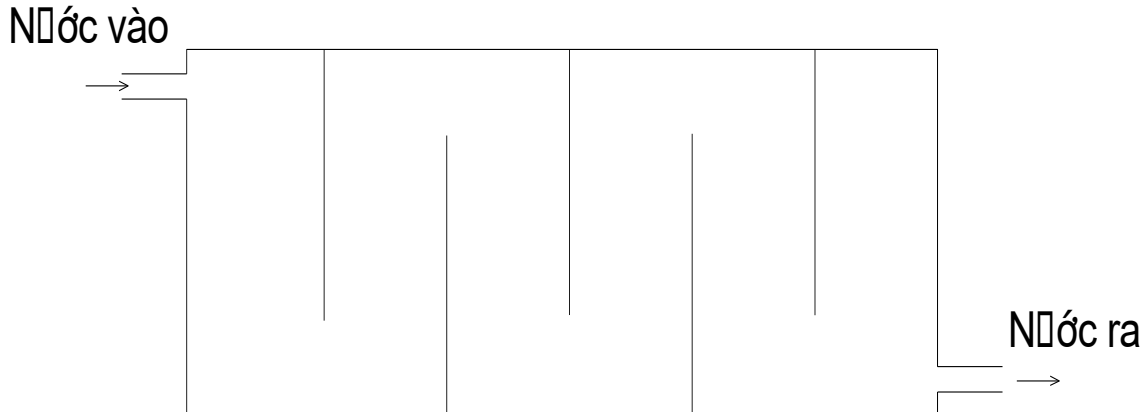
$$V_b = Q \times t = \frac{7000 \times 30}{24 \times 60} = 145{,}83\ (m^3)$$

Chọn $V_{bể}$ = 146 m^3.

- Chọn chiều cao làm việc của bể: h = 3,5 m.
- Chọn chiều bảo vệ của bể: h_{bv} =0,5 m.
- Chiều sâu xây dựng của bể khử trùng: $H = h + h_{bv} = 3{,}5 + 0{,}5 = 4\ (m)$

– Kích thước xây dựng của bể: $L + B + H = 14 \times 3 \times 4\ (m)$

Theo chiều của dài của bể ta đặt 5 tấm chắn tạo dòng chảy theo hướng ziczắc để tăng thời gian tiếp xúc giữa Clo và nước thải trước khi đưa ra nguồn tiếp nhận.



Hình 3.14. Sơ đồ bể khử trùng

3.3. Tính chi phí hóa chất và vận hành hệ thống

3.3.1. Chi phí nhân công

Bảng 3.9. Chi phí nhân công

STT	Nhân công	Số lượng	Mức lương (đồng/người/tháng)	Mức lương (đồng/người/năm)
1	Cán bộ kỹ thuật	1	5.000.000	60.000.000
2	Công nhân vận hành	2	7.000.000	84.000.000
Tổng				144.000.000

3.3.2. Chi phí sử dụng điện năng

Giá điện công nghiệp hiện nay là 2.300đ/kW.h.

Bảng 3.10. Chi phí sử dụng điện năng

STT	Thiết bị	Công suất (kW)	Điện năng tiêu thụ trong 1 ngày (kW)	Thành tiền (đồng)
1	Máy nén khí bể điều hòa	16	384	883.200
2	Máy khuấy bể pha hóa chất	0,055	1,32	3.036
3	Bơm nước sang bể trộn	7	168	386.400
4	Máy khuấy bể trộn	3	72	165.600
5	Bơm bùn bể lắng I	0,04	0,96	2.208
6	2 máy thổi khí bể Aeroten	2×60	2880	6.624.000
7	2 bơm bùn tuần hoàn	2×3	144	331.200
8	Bơm bùn dư	0,11	2,64	6.072
9	Bơm bùn nên bể nén bùn	1,5	36	82.800
Tổng		154	3.689	8.485.000

Chi phí điện năng trong 1 năm: 8.485.000 × 365 = 3.097.025.000 (đồng).

3.3.3. Chi phí hóa chất

Bảng 3.11. Chi phí sử dụng hóa chất

STT	Hóa chất	Số lượng (Kg/ngày)	Đơn giá	Thành tiền (đồng/ngày)
1	PAC	189	7.600	1.436.400
2	Dung dịch clo	21	25.000	525.000
Chi phí hóa chất sử dụng 1 ngày				1.961.400
Chi phí hóa chất dung 1 năm				715.911.000

3.3.4. Chi phí sử dụng nước sạch

Gồm nước sạch pha hóa chất, nước sinh hoạt công nhân và nhu cầu khác, vậy tổng lượng nước sạch sử dụng là: 1 m^3/ ngđ.

Đơn giá nước sạch hiện nay: 5.000đ/m^3.

Chi phí nước sach cho 1 ngày: 5.000đ/ngày.

Chi phí nước sạch cho 1 năm: 1.800.000 đ/năm.

3.3.5. Tổng chi phí xử lý nước thải

Bảng 3.12. Tổng chi phí vận hành

STT	Hạng mục	Thành tiền (đồng/năm)
1	Chi phí nhân công	144.000.000
2	Chi phí hóa chất	715.911.000
3	Chi phí điện năng	3.097.025.000
4	Chi phí nước sạch	1.800.000
5	Chi phí phát sinh	5.000.000
Tổng chi phí vận hành		3.963.816.000

Chi phí 1m^3 nước thải:

$$\frac{3.963.816.000}{7000 \times 365} = 1.600\ (đng/m^3)$$

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Quá trình nghiên cứu về thiết kế hệ thống xử lý nước thải nhà máy giấy lưu lượng 7000 m^3/ngày đêm tôi rút ra một số ý kết luận sau:

– Công nghệ sản xuất giấy hiện nay còn tạo ra một khối lượng nước thải lớn từ 80 ÷ 450 m^3 nước thải/1 tấn giấy. Lượng nước thải này nếu không được xử lý mà xả thẳng ra ngoài môi trường thì sẽ gây ô nhiễm môi trường rất nghiêm trọng.

– Công đoạn tẩy bột là công đoạn gây ô nhiễm nhất do có nước thải của công đoạn này chứa dịch tẩy (Na_2SO_4, Na_2S, Na_2CO_3, NaOH), ligin, hemixenlulo… Một số nhà máy có công suất lớn đã tiến hành cô đặc, đốt, sút hóa để tuần hoàn lại dung dịch kiềm cho vào tẩy, hạn chế chất ô nhiễm trong dòng thải.

– Có nhiều phương pháp xử lý nước thải giấy, tôi đã lựa chọn kết hợp các phương pháp như lắng cát, keo tụ, lắng 1, Aeroten, lắng 2, khử trùng và thu được những kết quả như sau:

- Song chắn rác
  + Vật liệu: thép không rỉ.
  + Chiều cao: 1m.
  + Chiều rộng: 0,8 m.
  + Chiều dài mương đặt song: 1,8 m.
  + Số khe hở: 36 khe.
  + Kích thước khe hở: 0,016 m.
  + Số thanh chắn: 35 thanh.
  + Bề rộng thanh chắn 0,008 m.
- Mương lắng cát
  + Chiều dài mương: 7 m.
  + Chiều rộng mương: 1,3 m.

+ Chiều cao mương: 1m.
+ Chiều rộng cửa tràn: 0,4 m.
+ Độ chênh lệch đáy của cửa tràn so với mương: 0,15 m.
+ Lượng cát sinh ra mỗi ngày: 1,05 m^3/ngày.

- Sân phơi cát
  + Chiều dài sân: 10 m.
  + Chiều rộng sân: 6,4 m.
  + Chiều cao bờ bao quanh sân: 1m.
- Bể điều hòa
  + Chiều dài bể: 20 m.
  + Chiều rộng bể: 13 m.
  + Chiều cao bể: 5 m.
  + Lượng khí cần cung cấp cho bể điều hòa: 1091 m^3/h.
  + Chiều dài ống dẫn khí chính: 12 m.
  + Tổng chiều dài ống dẫn khí: 120 m.
- Bể pha hóa chất
  + Chiều cao bể: 1,5 m.
  + Đường kính bể: 1m.
  + Lượng phèn PAC sử dụng: 210 kg/ngày.
- Bể trộn thủy lực
  + Chiều dài bể: 1,3 m.
  + Chiều rộng bể: 1,3 m.
  + Chiều cao bể: 3 m.
- Bể lắng I
  + Chiều dài bể: 28 m.
  + Chiều rộng bể: 7 m.
  + Chiều cao bể: 4 m.
  + Thời gian lưu nước trong bể: 2,352 giờ.

+ Chiều dài máng thu: 15 m.
+ Hiệu suất khử BOD_5: 36,16%.
+ Hiệu suất khử SS: 58,18%.

- Bể Aeroten gồm 2 bể, mỗi bể có:
  + Chiều dài bể: 26 m.
  + Chiều rộng bể: 7 m.
  + Chiều cao bể: 4,5 m.
  + Lưu lượng khí cần cung cấp: 8872 m^3/h.
  + Thời gian lưu bùn: 4,96 giờ.
  + Chiều dài ống dẫn khí chính: 25,6 m.
  + Tổng chiều dài ống nhánh dẫn khí: 246,05 m.
  + Số đía sứ-lưới thổi khí: 370 cái.
  + Lượng bùn xả: 105,37 m^3/ngđ.
  + Lượng bùn tuần hoàn: 5894 m^3/ngđ.
- Bể lắng II gồm 2 bể, mỗi bể có:
  + Đường kình bể: 22,2 m.
  + Chiều cao bể: 4,5 m.
  + Đường kính buồng phân phối trung tâm: 5,55m.
  + Chiều cao cột nước: 3,7 m.
  + Đường kính máng thu nước: 17,76 m.
  + Chiều dài máng thu nước: 55,8 m.
  + Thời gian lưu nước: 5,3 h.
- Bể chứa bùn
  + Chiều dài bể chứ bùn: 6 m.
  + Chiều rộng bể chứa bùn: 3,5 m.
  + Chiều cao bể chứa bùn: 2,5 m.
  + Thời gian lưu: 8 giờ.
- Bể nén bùn

+ Đường kính bể nén bùn: 4 m.
+ Chiều cao bể nén bùn: 5,6 m.
+ Đường kính ống trung tâm: 1,6 m.
+ Chiều cao ống trung tâm 1m.
+ Thời gian nén bùn: 8 giờ.

- Bể khử trùng
  + Chiều dài bể: 14 m.
  + Chiều rộng bể: 3 m.
  + Chiều cao bể: 4 m.
  + Lượng hóa chất sử dụng 21 kg/h.

Kiến nghị

Nước thải giấy có hàm lượng hóa chất, chất rắn lơ lửng, BOD, COD cao. Do vậy cần phải xử lý trước khi thải ra môi trường.

Trong nước thải còn chứa nhiều bột giấy xenlulozo nên cần thu hồi lại lượng bột giấy này để tiết kiệm nguyên vật liệu, năng lượng, hóa chất… đồng thời giảm tác động tới môi trường do nước thải gây ra.

Đối với tất cả các nhà máy, khâu nấu bột cần bắt buộc phải thu hồi và tái sử dụng lại dung dịch kiềm nhằm tiết kiệm hóa chất và giảm nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải.

Cần thay thế clo trong khâu tẩy trắng bột giấy vì clo có thể tạo ra hợp chất cơ clo là hợp chất độc hại và bền vững trong môi trường.

Khi áp dụng xử lý nước thải giấy bằng phương pháp sinh học nên xem xét bổ sung nitro, photpho vì trong nước thải sản xuất giấy hàm lượng nitro, photpho thấp không đáp ứng tỷ lệ $BOD_5 : N : P = 100 : 5 :1$.

Nâng tiêu chuẩn COD đầu ra của nước thải ngành giấy lên khoảng 170 mg/l.

Cần chế tạo quy trình xử lý trên dưới dạng quy mô phòng thí nghiệm, cho chạy thử và tìm ra những vấn đề còn tồn tại để khắc phục những vấn đề đó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Lâm Minh Triết, Nguyễn Thanh Hùng (2008), Nguyễn Phước Dân, *Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp, tính toán thiết kế công trình,* Đại học Quốc gia TP.HCM.

[2]. Lương Đức Phẩm (2002), *Công nghệ xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học*, NXB Giáo dục, Hà Nội.

[3]. Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga (2005), *Giáo trình công nghệ xử lý nước thải,* NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

[4]. Trịnh Xuân Lai, *Cấp nước, tập 2*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2002.

[5]. Trịnh Xuân Lai, *tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải,* NXB Xây dựng, 2000.

[6]. QCCN 12:2008/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải công nghiệp giấy và bột giấy.

[7]. QCVN 40:2011/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải công nghiệp.

[8]. TCVN 7957:2008/ BTNMT: thoát nước-Mạng lưới và công trình bên ngoài-Tiêu chuẩn thiết kế.

Một số website:

[9]. http://tailieu.vn/ xem tai lieu/ bao cao tom tat nganh giay viet nam.517144.html

[10]. http://tailieu.vn/xem tai lieu/co so ly thuyet xu ly nuoc thai.297385.html

[11]. http://tailieu.vn/xem tai lieu/de tai nganh cong nghiep giay bot giay o viet nam.486699.html

[12]. http://viscribd.com/doc/29393509/21

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU 1
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN 2
1.1. Tổng quan về nước thải 2
1.1.1. Một số khái niệm 2
1.1.2.Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước 2
1.1.2.1. Các chỉ tiêu vật lý 3
1.1.2.2. Các chỉ tiêu hóa học 5
1.1.2.3. Chỉ tiêu vi sinh 10
1.1.4. Các phương pháp xử lý nước thải công nghiệp 11
1.1.4.1. Phương pháp xử lý cơ học 11
1.1.4.2. Phương pháp xử lý hóa lý 16
1.1.4.3. Phương pháp xử lý hóa học 21
1.1.4.4. Phương pháp xử lý sinh học 22
1.2. Tổng quan về ngành công nghiệp sản xuất giấy 25
1.2.1. Lịch sử phát triển ngành giấy 25
1.2.1.1. Trên thế giới 25
1.2.1.2. Tại Việt Nam 26
1.2.2. Nguyên liệu sản xuất giấy 27
1.2.3. Dây chuyền công nghệ sản xuất giấy 28
1.2.3.1. Sản xuất bột giấy 28
1.2.3.2. Tạo hình giấy từ bột giấy (xeo giấy) 28
1.2.4. Hiện trạng nghành công nghiệp giấy ở Việt Nam 31
1.2.5. Các vấn đề về môi trường 32
1.2.5.1. Nước thải 32
1.2.5.2. Khí thải 33
1.2.5.3. Chất thải rắn 33
CHƯƠNG II: CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU 34
2.1.Phương pháp phân loại và hệ thống hoá lý thuyết 34

2.2.Phương pháp phân tích, tổng hợp tài liệu 34
2.3.Phương pháp so sánh 34
2.4.Phương pháp hệ thống 35
CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CÁC CÔNG TRÌNH ĐƠN VỊ ... 36
3.1.Các thông số thiết kế và sơ đồ công nghệ xử lý nước thải ngành giấy 36
3.1.1.Các thông số thiết kế 36
3.1.2.Sơ đồ công nghệ 37
3.2.Tính toán các công trình đơn vị 38
3.2.1. Song chắn rác 38
3.2.2. Mương lắng cát 41
3.2.3. Sân phơi cát 45
3.2.4. Bể điều hòa 45
3.2.5. Bể trộn phèn 49
3.2.6. Bể trộn thủy lực 51
3.2.7. Bể lắng I 53
3.2.8. Bể Aeroten 57
3.2.9. Bể lắng II 68
3.2.10.Bể chứa bùn 75
3.2.11.Bể nén bùn 75
3.2.12.Thiếu bị ép bùn 77
3.2.13. Bể khử trùng 78
3.3.Tính chi phí hóa chất và vận hành hệ thống 81
3.3.1.Chi phí nhân công 81
3.3.2.Chi phí sử dụng điện năng 81
3.3.3.Chi phí hóa chất 82
3.3.4.Chi phí sử dụng nước sạch 82
3.3.5.Tổng chi phí xử lý nước thải 82
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ 83
TÀI LIỆU THAM KHẢO 87

DANH MỤC BẢNG

Bảng 3.1. Thành phần, tính chất nước thải sản xuất bột giấy và xeo giấy 36
Bảng 3.2. Tóm tắt các thông số thiết kế mương và song chắn rác 41
Bảng 3.3. Tóm tắt các thông số thiết kế mương lắng cát..... 44
Bảng 3.4: Tóm tắt các thông số thiết kế bể điều hòa 49
Bảng 3.5. Các giá trị G cho trộn nhanh..... 52
Bảng 3.6. Tóm tắt các thông số thiết kế bể lắng I..... 56
Bảng 3.7. Tóm tắt các thông số thiết kế một bể Aeroten..... 67
Bảng 3.8. Tóm tắt các thông số thiết kế một bể lắng II 74
Bảng 3.9. Chi phí nhân công..... 81
Bảng 3.10. Chi phí sử dụng điện năng..... 81
Bảng 3.11. Chi phí sử dụng hóa chất 82
Bảng 3.12. Tổng chi phí vận hành 82

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Song chắn rác 12
Hình 1.2. Bể lắng cát ngang 14
Hình 1.3. Bể lắng ngang 15
Hình 1.4. Sơ đồ quy trình công nghệ sản xuất giấy kèm theo dòng thải 29
Hình 3.1. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải sản xuất giấy và bột giấy 37
Hình 3.2 . Sơ đồ song chắn rác thiết kế 41
Hình 3.3. Mặt cắt và mặt bằng bể lắng cát ngang 44
Hình 3.4. Mặt cắt bể điều hòa 49
Hình 3.5. Mặt bằng bể điều hòa 49
Hình 3.6. Mặt bằng bể lắng 1 57
Hình 3.7. Mặt cắt bể lắng 1 57
Hình 3.8. Sơ đồ ống phân phối khí từ ống chính sang ống nhánh 65
Hình 3.9. Mặt cắt bể Aeroten 67
Hình 3.10. Mặt bằng bể Aeroten 67
Hình 3.11. Mặt cắt bể lắng 2 74
Hình 3.12. Mặt bằng bể lắng 2 74
Hình 3.13. Sơ đồ bể nén bùn 78
Hình 3.14. Sơ đồ bể khử trùng 80