

**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

Người hướng dẫn : ThS. Bùi Thị Vụ

Sinh viên : Phạm Thị Nguyệt

HẢI PHÒNG - 2012

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

**TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG XỬ LÝ
NƯỚC THẢI SẢN XUẤT BIA, CÔNG SUẤT
500M³/NGÀY ĐÊM**

**KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG**

Người hướng dẫn : ThS. Bùi Thị Vụ

Sinh viên : Phạm Thị Nguyệt

HẢI PHÒNG – 2012

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

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Phạm Thị Nguyệt

Mã số: 120822

Lớp: MT1202

Ngành: Kỹ thuật Môi trường

Tên đề tài: Tính toán thiết kế hệ thống xử lý nước thải sản xuất
bia, công suất 500m³/ngày đêm

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Người hướng dẫn

Hải Phòng, ngàytháng.....năm 2012

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS. NGUYỄN Trần Hữu Nghị

PHẦN NHẬN XÉT TÓM TẮT 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 cả số và chữ):

.....

.....

.....

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

Cán bộ hướng dẫn

(họ tên và chữ ký)

LỜI CẢM ƠN

Với lòng biết ơn sâu sắc em xin chân thành cảm ơn Thạc sĩ Bùi Thị Vụ - Bộ môn Kỹ thuật Môi trường Đại học Dân lập Hải Phòng đã định hướng, tận tình hướng dẫn và tạo điều kiện giúp đỡ em trong suốt quá trình thực hiện và hoàn thành khóa luận tốt nghiệp này.

Qua đây, em xin gửi lời cảm ơn đến tất cả các thầy cô trong Khoa Môi trường và toàn thể các thầy cô đã dạy em trong suốt khóa học tại trường ĐHDL Hải Phòng.

Em cũng xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, bạn bè và người thân đã động viên và tạo điều kiện giúp đỡ em trong suốt quá trình học và làm khóa luận.

Việc thực hiện khóa luận là bước đầu làm quen với nghiên cứu khoa học, do thời gian và trình độ có hạn nên bài khóa luận của em không tránh khỏi những thiếu sót, rất mong được các thầy cô giáo và các bạn góp ý để bài khóa luận của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn !

Hải Phòng, tháng 7 năm 2012

Sinh viên

Phạm Thị Nguyệt

MỤC LỤC

Mở đầu.....	1
Chương 1. Tổng quan về ngành sản xuất bia	2
1.1. Tổng quan về tình hình sản xuất bia	2
1.1.1. Tình hình sản xuất bia trên thế giới.....	2
1.1.2. Tình hình sản xuất bia tại Việt Nam.....	3
1.2. Công nghệ sản xuất bia	5
1.2.1. Chuẩn bị nguyên liệu.....	6
1.2.2. Lọc dịch đường để thu nước nha trong và loại bỏ malt	6
1.2.3. Nấu với hoa houblon	6
1.2.4. Làm lạnh nhanh	6
1.2.5. Lên men	7
1.2.6. Lọc bia	7
1.2.7. Bảo hòa CO ₂ và chiết chai.....	7
1.3. Hiện trạng môi trường ngành sản xuất bia	7
1.3.1. Hiện trạng về nước thải	7
1.3.2. Hiện trạng về khí thải	10
1.3.3. Hiện trạng về chất thải rắn	10
Chương 2. Các phương pháp xử lý nước thải.....	12
2.1. Xử lý cơ học	12
2.1.1. Song chắn rác	12
2.1.2. Bể tách dầu mỡ.....	13
2.1.3. Bể lắng cát.....	13
2.1.4. Bể lắng.....	14
2.1.5. Điều hòa lưu lượng dòng chảy	14
2.1.6. Quá trình tuyển nổi.....	14
2.2. Xử lý hóa lý	15
2.2.1. Phương pháp keo tụ và đông tụ.....	15
2.2.2. Hấp phụ	16
2.2.3. Phương pháp trao đổi ion	16
2.2.4. Các quá trình tách bằng màng	17
2.3. Xử lý hóa học	17
2.3.1. Phương pháp trung hòa	17
2.3.2. Phương pháp ôxy – hóa khử.....	18

2.3.3. Phương pháp khử trùng	18
2.4. Xử lý sinh học	19
2.4.1. Phương pháp hiếu khí.....	19
2.4.2. Phương pháp kỵ khí	22
Chương 3. Đề xuất lựa chọn công nghệ xử lý nước thải sản xuất bia	26
3.1. Cơ sở lựa chọn công nghệ xử lý nước thải sản xuất bia.....	26
3.2. Các thông số thiết kế và yêu cầu xử lý.....	26
3.2.1. Đặc trưng nước thải của cơ sở lựa chọn thiết kế.....	26
3.2.2. Yêu cầu xử lý.....	27
3.3. Các phương án công nghệ đề xuất xử lý nước thải sản xuất bia.....	27
3.3.1. Phương án 1.....	27
a. Thuyết minh qui trình công nghệ	28
b. Ưu điểm	29
c. Nhược điểm	29
3.3.2. Phương án 2.....	29
a. Thuyết minh qui trình công nghệ	30
b. Ưu điểm	31
c. Nhược điểm	31
3.4. Phân tích lựa chọn phương án	31
Chương 4. Tính toán – thiết kế các công trình đơn vị	32
4.1. Song chắn rác	32
4.1.1. Mục đích.....	32
4.1.2. Tính toán song chắn rác.....	32
4.2. Bể lắng cát	34
4.2.1. Mục đích.....	34
4.2.2. Tính toán bể lắng cát	34
4.3. Bể điều hòa	37
4.3.1. Mục đích.....	37
4.3.2. Tính toán bể điều hòa	37
4.4. Bể lắng 1.....	40
4.4.1. Mục đích.....	40
4.4.2. Tính toán bể lắng 1	41
4.5. Bể UASB	45
4.5.1. Mục đích.....	45
4.5.2. Tính toán bể UASB	45

4.6. Bể Aeroten.....	53
4.6.1. Mục đích.....	53
4.6.2. Xác định kích thước bể Aeroten.....	54
4.6.3. Tính toán lượng bùn dư thải bỏ mỗi ngày, lưu lượng bùn tuần hoàn	57
4.6.4. Xác định lượng không khí cần thiết cung cấp cho Aeroten	58
4.6.5. Chọn kiểu và tính toán thiết bị cung cấp khí, đường ống dẫn khí.....	59
4.7. Bể lắng 2.....	63
4.7.1. Mục đích.....	63
4.7.2. Tính toán bể lắng 2	63
4.8. Khử trùng nước thải, tính toán bể tiếp xúc.....	68
4.8.1. Khử trùng nước thải bằng clo.....	68
4.8.2. Tính toán bể tiếp xúc	69
4.9. Bể nén bùn.....	69
4.9.1. Mục đích.....	70
4.9.2. Tính toán bể tiếp xúc	70
4.10. Máy ép bùn lọc ép dây đai.....	72
4.10.1. Mục đích.....	72
4.10.2. Tính toán máy ép bùn lọc ép dây đai	72
Chương 5. Tính toán kinh tế	74
5.1. Chi phí đầu tư xây dựng	74
5.2. Chi phí vận hành hệ thống.....	75
5.2.1. Lượng hóa chất sử dụng	75
5.2.2. Chi phí điện	76
5.2.3. Chi phí nhân công.....	76
5.2.4. Chi phí bảo dưỡng máy móc thiết bị.....	76
5.2.5. Giá thành xử lý 1m ³ nước thải.....	76
Kết luận và kiến nghị	77
Tài liệu tham khảo.....	79

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Ô nhiễm nước thải từ nhà máy rửa chai bia.....	9
Bảng 1.2. Đặc điểm nước thải và hàm lượng chất ô nhiễm của công nghệ sản xuất bia	9
Bảng 1.3. Lượng chất thải rắn phát sinh khi sản xuất 1000 lít bia.....	11
Bảng 3.1. Các thông số đầu vào của nước thải nhà máy sản xuất bia A.....	27
Bảng 4.1. Các thông số cơ bản thiết kế cho bể lắng đợt I.....	41
Bảng 4.2. Các kích thước điển hình của Aeroten xáo trộn hoàn toàn.....	56
Bảng 5.1. Bảng tính toán chi phí xây dựng công trình.....	74
Bảng 5.2. Bảng tính toán chi phí thiết bị.....	75
Bảng 5.3. Lượng hóa chất cần dùng.....	76

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Biểu đồ phân chia lượng bia tiêu thụ theo vùng (2004).....	2
Hình 1.2. Công nghệ và nước thải sản xuất bia.....	5
Hình 2.1. Sơ đồ song chắn rác.....	12
Hình 2.2. Sơ đồ bể lắng cát	13
Hình 2.3. Sơ đồ bể lắng	14
Hình 3.1. Sơ đồ công nghệ theo phương án 1	28
Hình 3.2. Sơ đồ công nghệ theo phương án 2	30
Hình 4.1. Sơ đồ song chắn rác thiết kế.....	34
Hình 4.2. Mặt bằng và mặt cắt của bể lắng cát ngang.....	36
Hình 4.3. Mặt cắt đứng bể điều hòa	38
Hình 4.4. Mặt cắt ngang bể điều hòa.....	38
Hình 4.5. Mặt bằng bể lắng 1	44
Hình 4.6. Mặt cắt bể lắng 1	44
Hình 4.7. Sơ đồ cấu tạo bể UASB.....	45
Hình 4.8. Tấm chắn khí và hướng dòng bể UASB	48
Hình 4.9. Tấm hướng dòng bể UASB	49
Hình 4.10. Thanh răng cửa bể UASB	51
Hình 4.11. Sơ đồ cấu tạo bể UASB.....	53
Hình 4.12. Sơ đồ làm việc bể Aeroten	57
Hình 4.13. Mặt cắt bể Aeroten	63
Hình 4.14. Mặt bằng bể Aeroten	63
Hình 4.15. Mặt bằng bể lắng 2	68
Hình 4.16. Mặt cắt bể lắng 2	68
Hình 4.17. Sơ đồ máy nén bùn	71
Hình 4.18. Thiết bị lọc ép dây đai.	72

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

COD (Chemical Oxygen Demand): nhu cầu oxi hóa học

BOD (Biochemical Oxygen Demand): nhu cầu oxi sinh hoá

SS (Suspended Solid): chất rắn lơ lửng

VSS (Volatile Suspended Solid): hàm lượng chất dễ bay hơi

MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solid): hàm lượng chất rắn lơ lửng dễ bay hơi

MLSS (Mixed Liquor Suspended Solid): hàm lượng chất rắn lơ lửng

NH_4^+ : Amoni

QCVN: quy chuẩn Việt Nam

BTNMT: bộ tài nguyên môi trường

NGK: nước giải khát

SBR: bể hoạt động gián đoạn

RBC: đĩa quay sinh học

UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket): bể phản ứng kỵ khí

VSV: vi sinh vật

TCXD: tiêu chuẩn xây dựng

F/M (Food/Microorganism Ratio): tỷ lệ thức ăn cho vi sinh vật

PVC (Poly Vinyl Clorua): vật liệu dẻo tổng hợp

MỞ ĐẦU

Sản xuất bia là ngành đồ uống nên trong quá trình sản xuất phải sử dụng rất nhiều nước. Nguyên liệu cho sản xuất bia bao gồm malt, gạo. Nguyên liệu này được nghiền nhỏ sau đó đưa vào chế biến dịch đường. Trong quá trình nấu, nước được sử dụng nhiều để nấu, cung cấp cho lò hơi để sản xuất hơi nước phục vụ công nghệ, nước dùng làm mát các máy móc thiết bị. Nước dùng trong các quá trình sản xuất để chuyển thành sản phẩm hoặc dùng ở dạng hơi thì hầu như không bị thải bỏ hoặc thải rất ít. Nước thải trong sản xuất bia chủ yếu phát sinh từ quá trình rửa, vệ sinh máy móc thiết bị và vệ sinh nhà xưởng, chủ yếu tập trung ở các khu vực lên men, lọc bia và chiết sản phẩm. Với đặc thù của sản xuất bia đòi hỏi phải sử dụng lượng nước rửa và vệ sinh khá lớn. Thực tế cho thấy, đặc tính chung của nước thải trong sản xuất bia là chứa nhiều chất gây ô nhiễm với chủ yếu các chất hữu cơ hòa tan và dạng keo, chất rắn ở dạng lắng và lơ lửng, một số chất vô cơ hòa tan, hợp chất nitơ và photpho. Tất cả các chất gây ô nhiễm có trong nước thải đều từ các thành phần như bã malt, cặn lắng trong dịch đường lên men, các hạt trợ lọc trong khâu lọc bia, xác men thải khi rửa thùng lên men, bia thất thoát cùng nước thải trong khâu chiết và khâu làm nguội chai sau khi thanh trùng. Nước thải bia chứa nhiều chất dễ phân hủy sinh học nên có màu nâu thẫm. Nước thải một số công đoạn có độ pH khác nhau nhiều, thường nước thải trong quá trình lên men có tính axit, nước thải rửa chai có tính kiềm. Hàm lượng oxi hòa tan trong nước thải của nhà máy bia rất thấp. Nhu cầu oxi sinh học BOD và hóa học COD đều rất cao, vượt quá tiêu chuẩn thải nhiều lần. Với các chỉ số gây ô nhiễm như trên và hệ thống xử lý nước không đảm bảo nên chất lượng nước thải sau khi xử lý không đạt tiêu chuẩn thải, gây ô nhiễm môi trường của khu vực. Do đó, việc tính toán và thiết kế hệ thống xử lý nước thải cho nhà máy bia là vấn đề cấp thiết cho quá trình phát triển ngành sản xuất đồ uống của Việt Nam hiện nay. Xuất phát từ thực tiễn trên, đề tài ***“tính toán – thiết kế hệ thống xử lý nước thải nhà máy bia công suất 500m³/ngày đêm”*** đã được lựa chọn trong quá trình làm khóa luận tốt nghiệp.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ NGÀNH SẢN XUẤT BIA

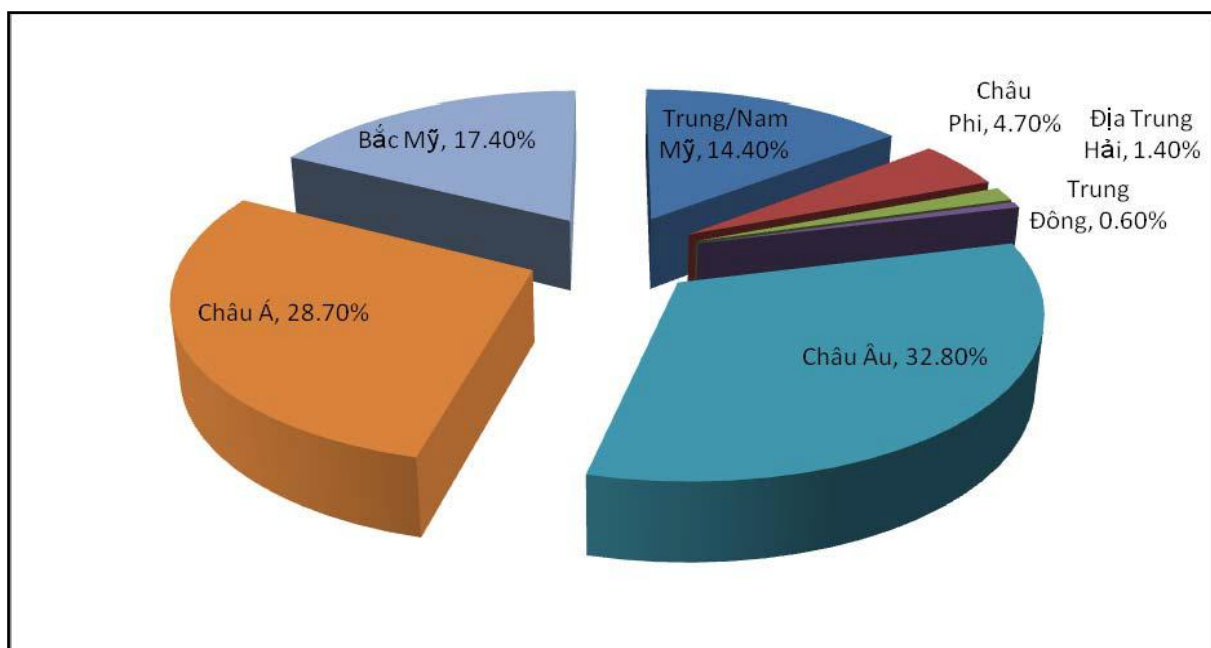
1.1. Tổng quan về tình hình sản xuất bia [10]

1.1.1. Tình hình sản xuất bia trên thế giới [10]

Đối với các nước có nền công nghiệp phát triển, đời sống kinh tế cao thì bia được sử dụng như một thứ nước giải khát thông dụng. Hiện nay trên thế giới có trên 25 nước sản xuất bia với sản lượng trên 100 tỷ lít/năm. Trong đó, Mỹ và Đức, mỗi nước sản xuất trên dưới 10 tỷ lít/năm, Trung Quốc 7 tỷ lít/năm.

Thống kê bình quân mức tiêu thụ hiện nay ở một số nước công nghiệp tiên tiến trong năm 2004 như sau: Cộng hòa Séc hơn 150 lít/người/năm, Đức 115 lít/người/năm, Úc khoảng 110 lít/người/năm...

Tổng lượng tiêu thụ trên thế giới năm 2003 khoảng 144.296 triệu hecto lít, năm 2004 khoảng 150.392 triệu hecto lít (tăng 4,2%). Lượng tiêu thụ tăng hầu khắp các vùng, ngoại trừ vùng Địa Trung Hải, đây lượng tiêu thụ trên toàn thế giới tăng lên. Nhưng lượng tăng đáng kể là Trung Quốc, Thái Lan, Philipin với tốc độ tăng đến 11,2%.



Hình 1.1. Biểu đồ phân chia lượng bia tiêu thụ theo vùng (2004)

[Nguồn từ Kirin news- Nhật Bản]

Châu Á là một trong những khu vực có lượng bia tiêu thụ đang tăng nhanh, các nhà nghiên cứu thị trường bia của thế giới nhận định rằng châu Á đang dần giữ vị trí dẫn đầu về tiêu thụ bia trên thế giới.

Trong khi sản xuất bia ở châu Âu có giảm, thì ở châu Á, trước kia nhiều nước có mức tiêu thụ trên đầu người thấp, đến nay đã tăng bình quân 6,5%/năm. Thái Lan có mức tăng bình quân cao nhất 26,5%/năm, tiếp đến là Philipin 22,2%/năm, Malaysia 21,7%/năm, Indonesia 17,7%/năm. Đây là những nước có tốc độ tăng nhanh trong khu vực. Các nước xung quanh như Singapore đạt 18 lít/người/năm, Philipin đạt 20 lít/người/năm...(theo số liệu của Viện bia-rượu-nước giải khát Việt Nam).

Công nghiệp bia của Trung Quốc phát triển là nguyên nhân chủ yếu thúc đẩy sự tăng trưởng của ngành công nghiệp bia châu Á. Từ năm 1980 đến năm 1990 sản lượng bia tăng từ 69,8 triệu lít lên 1230 triệu lít, tức là tăng 17 lần. Thời kì từ 1981 đến 1987, mức tăng trưởng trên 20%. Đến năm 2004, tổng lượng bia tiêu thụ ở Trung Quốc là 28.640 triệu lít, xếp thứ hạng đầu tiên trên thế giới.

Tổng lượng bia tiêu thụ của các nước khu vực châu Á trong năm 2004 đạt 43.147 triệu lít, tăng 11,2 so với năm 2003.

Do thị trường bia trên thế giới đang phát triển một cách nhanh chóng, các hãng bia sử dụng các chiến lược kinh doanh khác nhau.

Tại Mỹ và châu Âu, do thị trường bia đã ổn định, chiến lược kinh doanh bia là dành thị phần giảm chi phí sản xuất. Ngược lại, tại Trung Quốc là nơi thị trường đang tăng trưởng (nhất là đối với các loại bia chất lượng cao) chiến lược là phát triển sản xuất, tăng sản lượng và nâng cao chất lượng.

1.1.2. Tình hình sản xuất bia tại Việt Nam [8]

Theo thống kê của Hiệp hội Bia - Rượu - NGK Việt Nam (VBA), cả nước hiện nay có khoảng 500 nhà máy và cơ sở sản xuất bia với quy mô khác nhau. Tập trung ở các thành phố lớn như Hà Nội (13%), thành phố Hồ Chí Minh (23%), Hải Phòng (8%),... Năm 2004, công suất bia của cả nước đạt 1,37 tỷ lít/năm, đến năm 2006, đã vượt lên 1,7 tỷ lít/năm.

Hiện nay tổng công suất của các nhà máy trên toàn quốc đã lên tới 2 tỷ lít/năm. Riêng 10 tỉnh miền Trung là trên 500 triệu lít. Nhưng một số địa phương vẫn đang chuẩn bị triển khai những dự án sản xuất bia tương đối lớn, quy mô từ 100-150 triệu lít/năm.

Về trình độ công nghệ, thiết bị: những nhà máy bia có công suất trên 100 triệu lít/năm tại Việt Nam đều có thiết bị hiện đại, tiên tiến, được nhập khẩu từ các nước có nền công nghiệp phát triển mạnh Đức, Mỹ, Ý,... Các nhà máy bia có công suất trên 20 triệu lít/năm cho đến nay cũng đã được đầu tư chiều sâu, đổi mới thiết bị, tiếp thu trình độ công nghệ tiên tiến vào sản xuất. Các cơ sở còn lại với công suất thấp vẫn đang

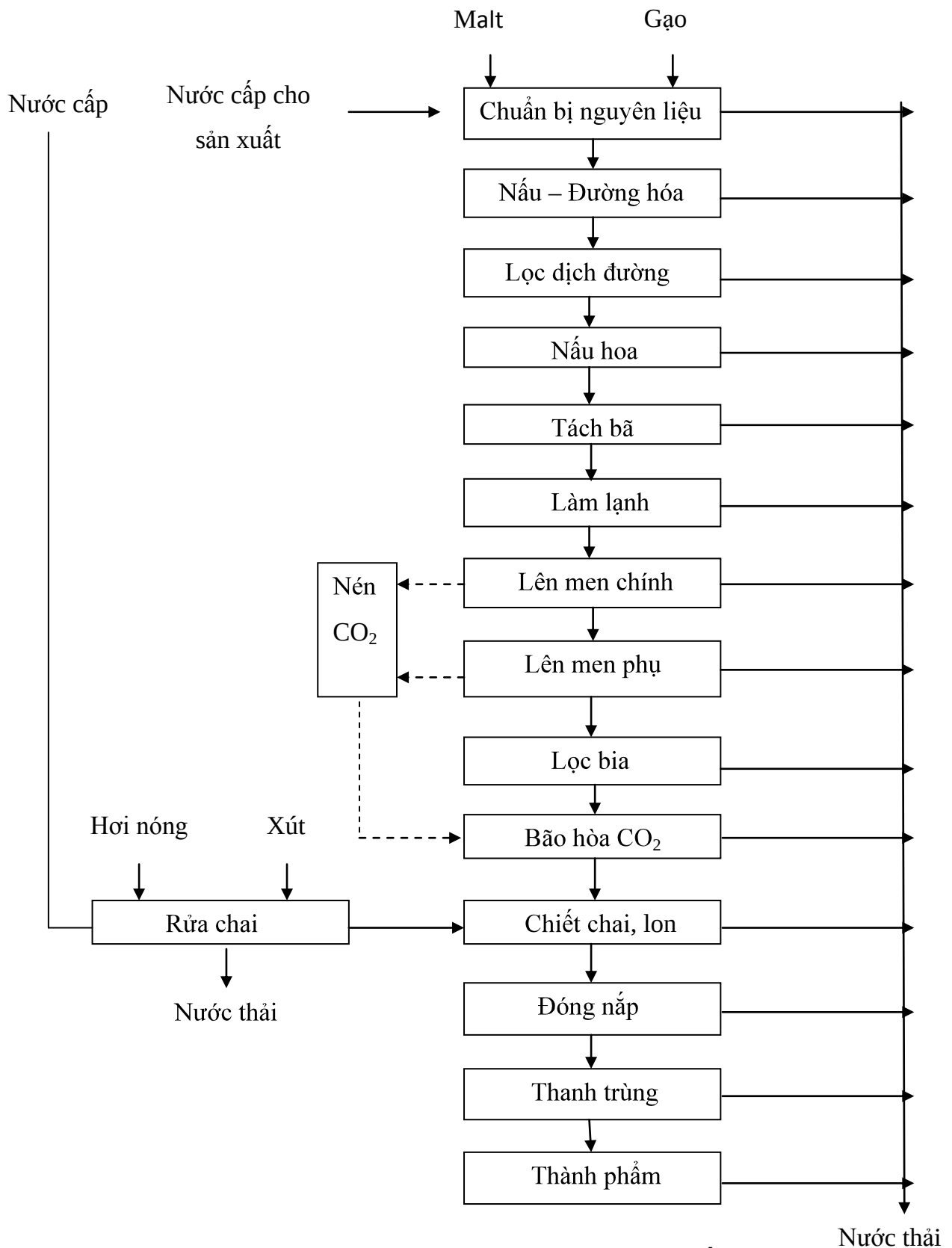
trong tình trạng thiết bị, công nghệ lạc hậu, yếu kém, không đạt yêu cầu vệ sinh an toàn thực phẩm.

Trong số các sản phẩm đồ uống có cồn, bia là sản phẩm rất được ưu chuộng. Năm 2006, tổng giá trị sản lượng chiếm 97% giá trị sản lượng đồ uống. Tuy năm 2008 là năm suy thoái kinh tế nhưng tổng giá trị sản lượng chiếm khoảng 98%.

Theo quy hoạch tổng thể ngành Bia – Rượu – NGK, đến năm 2010 sản lượng toàn ngành phấn đấu đạt 4 tỷ lít/năm.

Tuy nhiên, so với một số thị trường trên Thế giới, quy mô ngành bia Việt Nam vẫn còn ở mức khiêm tốn, sản lượng tiêu thụ tính trên đầu người của Việt Nam chỉ đạt 15 lít/năm, trong khi đó sản lượng tiêu thụ của Thái Lan là 60 lít/năm và của châu Âu là 150 lít/năm. Như vậy, sản lượng bia ở Việt Nam vẫn là mức thấp so với mặt bằng chung của khu vực và thế giới.

1.2. Công nghệ sản xuất bia [8]



Hình 1.2. Công nghệ và nước thải sản xuất bia [8]

❖ Mô tả công nghệ:

Các công đoạn chính của công nghiệp sản xuất bia bao gồm:

1.2.1. Chuẩn bị nguyên liệu

Gạo (lúa mì, ngô) là nguyên liệu phụ (chiếm 30%), nguyên liệu dùng để thay thế nhằm giảm giá thành sản phẩm. Gạo đem nghiền nát sau đó say mịn ở dạng tấm và được đưa vào nồi. Ở nồi gạo, gạo dạng tấm được hòa tan bằng nước 77⁰C và hỗn hợp đó được hồ hóa ở 100⁰C.

Malt là một loại hạt ngũ cốc gọi là lúa mạch (chiếm 70%). Nó được nhập khẩu từ Anh, Úc, Đan Mạch,...Malt dạng hạt sau khi nghiền được hòa tan bằng nước 37⁰C và cho vào nồi nấu malt.

1.2.2. Lọc dịch đường để thu nước nha trong và loại bỏ malt

Ở nồi malt tiến hành quá trình đường hóa ở 66⁰C trong 1 giờ. Sau đó nâng lên 76⁰C và chuyển qua nồi lọc để tách tất cả bã malt. Ở nồi lọc người ta thu dung dịch đầu, sau đó dùng nước rửa ở 76⁰C để rửa hoàn toàn dung dịch đường còn lại. Bã malt được thải ra ngoài và bán cho ngành chăn nuôi. Nước thải lọc bã malt là loại nước thải ô nhiễm nhất, phát sinh từ công nghệ lọc phèn nên chúng bị nhiễm bản chủ yếu bởi các chất hữu cơ, cặn, bã malt.

1.2.3. Nấu với hoa houblon

Mục đích của quá trình :

- Trích ly chất đắng, tinh dầu thơm, polyphenol, các hợp chất chứa nitơ và các thành phần khác của hoa vào dịch đường để tạo cho bia có hương vị đặc trưng.
- Polyphenol, chất đắng là những chất có sức căng bề mặt lớn, chúng tham gia vào quá trình tạo bọt và giữ bọt cho bia.
- Quá trình đun hoa còn mang lại khả năng thanh trùng dịch đường tiêu diệt các vi sinh vật tạp nhiễm.

Cây Houblon là một loại dây leo, thích hợp khí hậu ôn đới được trồng nhiều ở Anh, Mỹ,...chúng phải được bảo quản ở nhiệt độ dưới 10⁰C để tránh giảm độ axit. Trên cây Houblon người ta thường dùng hoa của cây để tạo vị đắng cho bia.

1.2.4. Làm lạnh nhanh

Nước nha từ nồi nấu có nhiệt độ xấp xỉ 100⁰C được làm lạnh tới nhiệt độ thích hợp của quá trình lên men, ở nhiệt độ vào khoảng 10 – 16⁰C. Quá trình làm lạnh gồm 2 giai đoạn: giai đoạn 1 dùng nước lạnh hạ nhiệt độ xuống chừng 60⁰C và giai đoạn 2 dùng tác nhân lạnh glycol để hạ nhiệt độ xuống còn chừng 14⁰C.

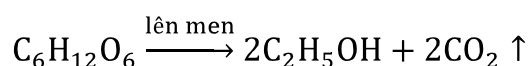
1.2.5. Lên men

Quá trình lên men: là quá trình trao đổi chất qua màng tế bào, đây là quá trình quan trọng trong sản xuất bia. Gồm lên men chính và lên men phụ.

Mục đích của quá trình:

- Lên men chính: chuyển đường trong dịch đã được houblon hóa thành rượu, CO₂, glycerin, rượu bậc cao, axit hữu cơ, este... dưới tác dụng của nấm men.
- Lên men phụ: ổn định các thành phần của bia, tăng độ bền keo của bia, hình thành các sản phẩm phụ tạo hương vị hài hòa cho bia, tạo bọt, ức chế vi sinh vật có hại phát triển...

Quá trình lên men nhờ tác dụng của men giống để chuyển hoá đường thành alcol etylic và khí cacbonic:



Nhiệt độ duy trì trong giai đoạn lên men chính (6 đến 10 ngày) từ 8 đến 10°C. Sau đó tiếp tục thực hiện giai đoạn lên men phụ bằng cách hạ nhiệt độ của bia non xuống 1 đến 3°C và áp suất 0,5 đến 1 at trong thời gian 14 ngày cho bia hơi và 21 ngày cho bia đóng chai, lon. Quá trình lên men phụ diễn ra chậm và thời gian dài giúp cho các cặn lắng, làm trong bia và bão hoà CO₂, làm tăng chất lượng và độ bền của bia. Nấm men tách ra, một phần được phục hồi làm men giống, một phần thải có thể làm thức ăn gia súc. Hạ nhiệt độ của bia non để thực hiện giai đoạn lên men phụ có thể dùng tác nhân làm lạnh glycol.

1.2.6. Lọc bia

Mục đích: bia sau khi lên men đã được làm trong tự nhiên (nhờ quá trình lắng khi lên men phụ) nhưng chưa đạt mức độ cần thiết. Do đó, cần phải lọc tiếp để loại bỏ hoàn toàn cặn, kết tủa... , tăng độ bền của bia, tăng giá trị cảm quan, ổn định các thành phần cơ học...

Bia sau lọc được bơm sang các tank chứa bia trong để ổn định và bão hòa CO₂.

1.2.7. Bão hoà CO₂ và chiết chai

Trước khi chiết chai, bia được bão hoà CO₂ bằng khí CO₂ thu được từ quá trình lên men chứa trong bình áp suất. Các dụng cụ chứa bia (chai, lon, két) phải được rửa, thanh trùng đảm bảo tiêu chuẩn vệ sinh, sau đó thực hiện quá trình chiết chai tuân theo nguyên tắc chiết đẳng áp, ở điều kiện chân không để đảm bảo chất lượng trong thời gian bảo hành.

1.3. Hiện trạng môi trường ngành sản xuất bia

1.3.1. Hiện trạng về nước thải [4,8]

Trong ngành sản xuất bia, vấn đề được quan tâm nhiều nhất là chất lượng nước được sử dụng. Vì xuyên suốt quy trình sản xuất bia nhận thấy bất cứ công đoạn nào cũng cần sử dụng nước như: nước được sử dụng để sơ chế nguyên liệu (gạo, malt), nước dùng để nấu - đường hóa, nước dùng để lên men, rửa chai, rửa các thiết bị,...Nước sau khi sử dụng đều thải ra ngoài với hàm lượng chất hữu cơ rất lớn, gây ô nhiễm môi trường nước.

Cũng giống như các ngành chế biến thức phẩm khác, nước thải do sản xuất bia thải ra thường có đặc tính chung là ô nhiễm hữu cơ rất cao (chứa nhiều hợp chất hữu cơ dễ phân hủy chủ yếu là các hydratcacbon, protein, xenlulo), nước thải thường có màu xám đen và khi thải vào các thủy vực tiếp nhận thường gây ô nhiễm nghiêm trọng do sự phân hủy của các chất hữu cơ diễn ra nhanh. Thêm vào đó là các hóa chất sử dụng trong quá trình sản xuất như: CaCO_3 , CaSO_4 , NaOH , Na_2CO_3 ,...Những chất này cùng với chất hữu cơ trong nước thải có khả năng đe dọa tới thủy vực tiếp nhận nếu không được xử lý.

Lượng nước thải phụ thuộc vào lượng nước sử dụng trong sản xuất, định mức tiêu thụ ở nước ta là 6 - 20 m³/1000 lít bia. Trong đó, lượng nước nấu bia chiếm 25% và nước thải chiếm 75% tổng định mức nước sử dụng. Chỉ có một lượng nước ở trong bia, nước bay hơi, nước trong bã hèm, bã bia không đi vào hệ thống nước thải.

Nước thải công nghệ sản xuất bia bao gồm:

- Nước làm lạnh, nước ngưng, đây là nguồn nước thải ít hoặc gần như không bị ô nhiễm, có khả năng tuần hoàn sử dụng lại.
- Nước thải từ bộ phận nấu - đường hóa, chủ yếu là nước vệ sinh thùng nấu, bể chứa, sàn nhà,...nên chứa bã malt, tinh bột, bã hoa, các chất hữu cơ,...
- Nước thải từ hầm lên men là nước vệ sinh các thiết bị lên men, thùng chứa, đường ống, sàn nhà xưởng,...có chứa bã men và chất hữu cơ.
- Nước thải rửa chai, đây cũng là một trong những dòng thải ô nhiễm lớn trong công nghệ sản xuất bia. Về nguyên lý chai để đóng bia được rửa qua các bước: rửa với nước nóng, rửa bằng dung dịch kiềm loãng nóng (1÷3% NaOH), tiếp đó là rửa sạch bên và nhãn bên ngoài chai, cuối cùng là phun kiềm nóng rửa bên trong và bên ngoài chai, sau đó rửa sạch bằng nước nóng và nước lạnh. Do đó dòng thải của quá trình rửa chai có độ pH cao và làm cho dòng thải chung có giá trị pH kiềm tính.

Kiểm tra nước thải từ các nhà máy rửa chai đối với loại chai 0,5l cho thấy mức độ ô nhiễm như trong bảng 1.1

Bảng 1.1. Ô nhiễm nước thải từ nhà máy rửa chai bia [4]

Thông số	Hàm lượng, mg/l		
	Thấp	Cao	Trung bình
COD	810	4480	2490
BOD ₅	330	3850	1723
Nito (NH ₄ ⁺)	2.05	6.15	4.0
P tổng	7.9	32.0	12.8
Cu	0.11	2.0	0.52
Zn	0.20	0.54	0.35
AOX	0.10	0.23	0.17

[Nguồn Cục Kỹ thuật an toàn và Môi trường công nghiệp]

Giá trị pH = 8,3 đến 11,2

Nước tiêu thụ để rửa 1 chai = 0,3 đến 0,5 lít.

Trong nước thải rửa chai có hàm lượng đồng và kẽm là do sử dụng loại nhãn dán chai có in ấn bằng các loại thuốc in chứa kim loại. Hiện nay loại nhãn dán chai có chứa kim loại đã bị cấm sử dụng ở nhiều nước. Trong nước thải có tồn tại AOX là do quá trình khử trùng có dùng chất khử là hợp chất của clo.

Theo báo cáo tổng kết về điều tra, đánh giá hiện trạng nước thải của ngành Rượu – Bia – NGK, nước thải sản xuất bia có đặc tính được thể hiện trong bảng 1.2.

Bảng 1.2. Đặc điểm nước thải và hàm lượng chất ô nhiễm của công nghệ sản xuất bia

Lượng nước thải (m ³ /100 lít bia)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	Σ N (mg/l)	Σ P (mg/l)
0,25 – 0,6	1100 - 1500	1800 - 3000	30 - 100	10 - 30
0,38		1013 - 7775	22 – 1069	0,8 - 113

[Nguồn Cục Kỹ thuật an toàn và Môi trường công nghiệp]

Từ kết quả trên so với QCVN 24:2009/BTNMT (cột B) nhận thấy các thông số ô nhiễm của công nghệ sản xuất bia vượt quá quy chuẩn cho phép. Thông số BOD₅, COD đặc biệt cao, gây ô nhiễm nghiêm trọng đến môi trường nếu không được xử lý.

Thông số BOD₅ vượt quá 22 – 30 lần, COD vượt quá 18 – 30 lần tiêu chuẩn cho phép, gây ô nhiễm và nguy hại cho sinh vật thủy sinh. Tổng nitơ vượt quá 3,33 – 35,63 lần, tổng photpho vượt quá 5- 18,83 lần, gây ra hiện tượng phú dưỡng cho sinh vật và kích thích thực vật phát triển. Vì vậy, yêu cầu đặt ra cho ngành sản xuất bia là cần có giải pháp xử lý nước thải kịp thời và hiệu quả.

1.3.2. Hiện trạng về khí thải [4]

Phần lớn các nhà máy sản xuất bia, khí độc hại sinh ra ở mức độ tương đối thấp. Khí thải sinh ra từ các nhà máy bao gồm các loại sau:

- Khí Clo sinh ra từ quá trình khử trùng các thiết bị, dụng cụ, máy móc.
- Khí thải sinh ra từ các phương tiện vận chuyển và bốc dỡ bao bì, chai, lọ, kiện hàng,...(trong đó các thành phần khí chủ yếu là CO₂, NO_x, SO₂, CO,...nguồn ô nhiễm này rất khó kiểm soát vì phải phụ thuộc vào phương tiện vận chuyển và quy trình hoạt động).
- Rò rỉ khí CO₂ trong công đoạn sục khí nén CO₂.
- Bụi sinh ra cũng do quá trình vận chuyển, bốc dỡ.
- Hơi dung môi chất làm lạnh bị rò rỉ, bao gồm các chất như: R12, R22, NH₃, CFC,...Các chất khí này làm ảnh hưởng đến tầng Ôzon.
- Đặc biệt mùi hôi trong quá trình lên men bia ảnh hưởng tới môi trường xung quanh.

1.3.3. Hiện trạng về chất thải rắn [4]

Chất thải rắn phát sinh trong nhiều công đoạn nhưng nhiều nhất vẫn là ở khâu sơ chế.

Chất thải ngành sản xuất bia phát sinh từ những nguồn chính sau:

- Từ quá trình sản xuất: bao gồm một lượng bã malt sau công đoạn lọc dịch đường, tách bã và lượng bã men, cùng với bã lọc sau quá trình lên men và lọc bia.
- Phát sinh từ những mảnh chai lọ vỡ trong quá trình rửa và súc chai.
- Từ khu vực phụ trợ: bao gồm chất thải rắn sinh hoạt từ các căng tin và những tem nhãn, lon hỏng từ khu chiết.
- Các loại cặn bã, bùn dư phát sinh từ quá trình xử lý nước thải của nhà máy.

Bảng 1.3. Lượng chất thải rắn phát sinh khi sản xuất 1000 lít bia

Chất ô nhiễm	Đơn vị	Lượng	Tác động
Bã hèm	kg	21-27	Gây ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Nấm men	kg	3-4	Gây ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Vỏ chai vỡ	chai	0,9	Gây tai nạn cho người vận hành
Bùn hoạt tính	kg	0,3-0,4	Gây ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Nhân, giấy	kg	1,5	Gây ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Bột trợ lọc	kg	0,2-0,6	Gây ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Plastic	kg	-	Tạo ra tải lượng chất thải rắn cao, bãi chứa lớn
Kim loại	kg	-	Tạo ra tải lượng chất thải rắn cao, bãi chứa lớn

[Nguồn Cục Kỹ thuật an toàn và Môi trường công nghiệp]

CHƯƠNG 2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI

2.1. Xử lý cơ học [7]

Nước thải có thành phần hết sức phức tạp. Trong nước thải không chỉ chứa các thành phần hoá học tan, các vi sinh vật, mà còn chứa các chất không tan. Các chất không hoà tan có thể có kích thước nhỏ và có thể có kích thước lớn. Người ra dựa vào kích thước và tỷ trọng của chúng để loại chúng ra khỏi môi trường nước, trước khi áp dụng các phương pháp hoá lý hoặc các phương pháp sinh học.

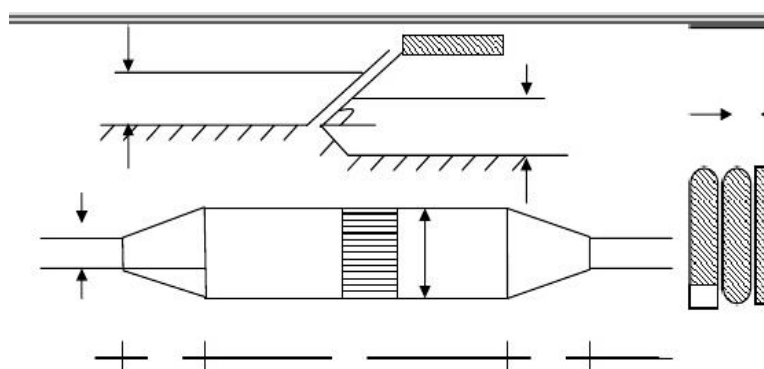
Các vật chất có kích thước lớn như cành cây, bao bì chất dẻo, giấy, giẻ rách, cát, sỏi và cả những giọt dầu, mỡ. Ngoài ra, vật chất không tan còn nằm ở dạng lơ lửng hoặc ở dạng huyền phù.

Tuỳ theo kích thước và tính chất đặc trưng của từng loại chất rắn mà người ta đưa ra những phương pháp thích hợp để loại chúng ra khỏi môi trường nước. Những phương pháp loại các chất rắn có kích thước lớn và tỷ trọng lớn trong nước được gọi chung là phương pháp cơ học.

Phương pháp xử lý cơ học có thể loại bỏ được đến 60% các tạp chất không tan có trong nước thải và giảm 20% BOD.

2.1.1. Song chắn rác

Song chắn rác nhằm chắn giữ các cặn bản có kích thước lớn hay ở dạng sợi: giấy, rau, cỏ, rác ... được gọi chung là rác. Rác được chuyển tới máy nghiền để nghiền nhỏ, sau đó được chuyển tới bể phân hủy cặn (bể mêtan). Đối với các tạp chất < 5 mm thường dùng lưới chắn rác. Cấu tạo của thanh chắn rác gồm các thanh kim loại tiết diện hình chữ nhật, hình tròn hoặc bầu dục... Song chắn rác được chia làm 2 loại: di động và cố định, có thể thu gom rác bằng thủ công hoặc cơ khí. Song chắn rác được đặt nghiêng một góc $60 - 90^\circ$ theo hướng dòng chảy.



Hình 2.1. Sơ đồ song chắn rác

2.1.2. Bể tách dầu mỡ

Bể tách dầu mỡ thường được ứng dụng trong xử lý nước thải công nghiệp có chứa dầu mỡ, các chất nhẹ hơn nước và các dạng chất nổi khác. Đối với nước thải sinh hoạt, do hàm lượng dầu mỡ và các chất nổi không lớn cho nên có thể thực hiện việc tách chúng ngay ở bể lắng đợt một nhờ các thanh gạt thu hồi dầu mỡ, chất nổi trên bề mặt bể lắng.

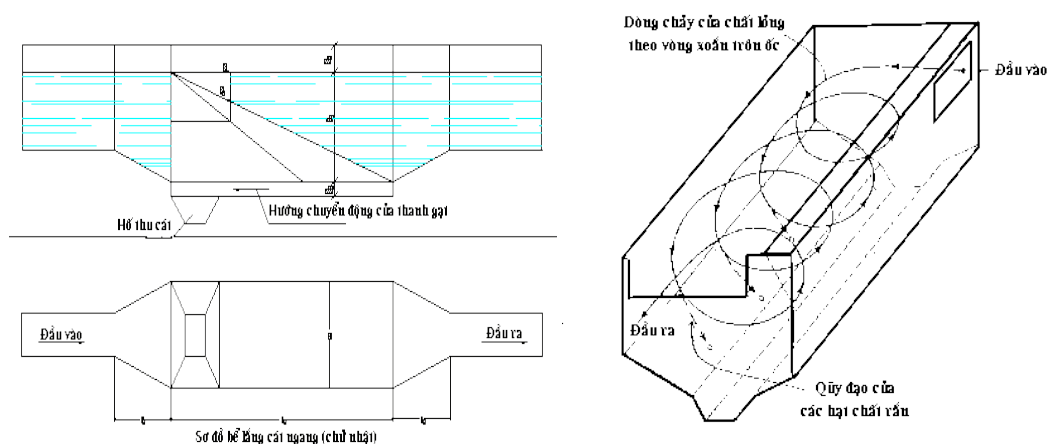
2.1.3. Bể lắng cát

Bể lắng cát dùng để tách các chất rắn vô cơ có trọng lượng riêng lớn hơn nhiều so với trọng lượng riêng của nước như xỉ than, cát ... ra khỏi nước thải. Thông thường cặn lắng có đường kính hạt khoảng 0,25 mm (tương đương độ lớn thủy lực là 24,5) chiếm 60% tổng số các hạt cặn có trong nước thải.

Theo chiều dòng chảy, bể lắng được phân thành: bể lắng ngang và bể lắng đứng.

Trong bể lắng ngang, dòng nước chảy theo phương ngang hoặc vòng qua bể với vận tốc lớn nhất $V_{\max} = 0,3 \text{ m/s}$, vận tốc nhỏ nhất $V_{\min} = 0,15 \text{ m/s}$ và thời gian lưu nước từ 30 – 60 giây. Đối với bể lắng đứng, nước thải chuyển động theo phương thẳng đứng từ dưới lên đến vách tràn với vận tốc nước dâng từ 3 – 3,7 m/s, vận tốc nước chảy trong máng thu (xung quanh bể) khoảng 0,4 m/s và thời gian lưu nước trong bể dao động trong khoảng 2 - 3,5 phút.

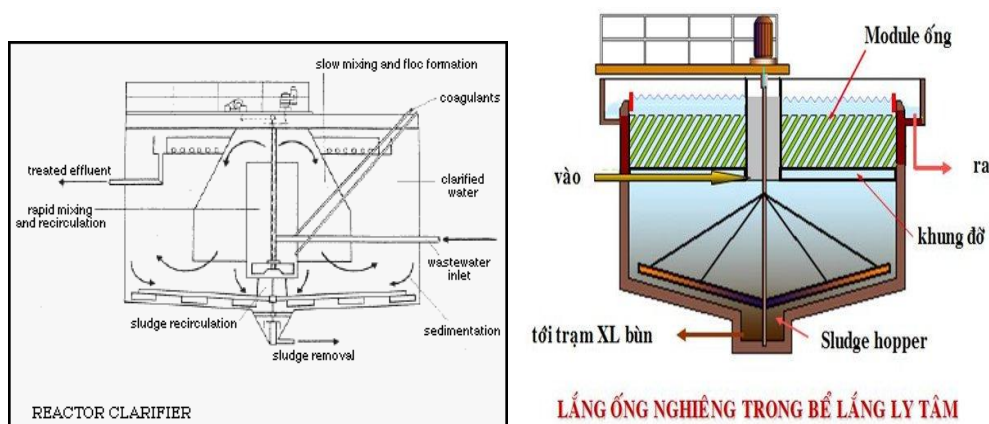
Cát trong bể lắng được tập trung về hố thu hoặc mương thu cát dưới đáy, lấy cát ra khỏi bể có thể bằng thủ công (nếu lượng cát < 0,5 m³/ngày đêm) hoặc bằng cơ giới (nếu lượng cát > 0,5 m³/ngày đêm). Cát từ bể lắng cát được đưa đi phơi khô ở sân phơi và cát khô thường được sử dụng lại cho mục đích xây dựng.



Hình 2.2. Sơ đồ bể lắng cát

2.1.4. Bể lắng

Bể lắng làm nhiệm vụ tách các chất lơ lửng còn lại trong nước thải (sau khi qua bể lắng cát) có tỷ trọng lớn hơn hoặc giữ nguyên tỷ trọng của nước dưới dạng lắng xuống đáy bể hoặc nổi lên trên mặt nước. Thông thường bể lắng có ba loại chủ yếu: bể lắng ngang (nước chuyển động theo phương ngang), bể lắng đứng (nước chuyển động theo phương thẳng đứng) và bể lắng ly tâm (nước chuyển động từ tâm ra xung quanh), thường có dạng hình tròn trên mặt bằng. Ngoài ra, còn một số dạng bể lắng khác như bể lắng nghiêng, bể lắng được thiết kế nhằm tăng cường hiệu quả lắng.



Hình 2.3. Sơ đồ bể lắng

2.1.5. Điều hòa lưu lượng dòng chảy

Trong quá trình xử lý nước thải cần phải điều hoà lưu lượng dòng chảy. Trong quá trình này thực chất là thiết lập hệ thống điều hoà lưu lượng và nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải nhằm tạo điều kiện tốt nhất cho các công trình phía sau hoạt động ổn định. Bể điều hoà dòng chảy có thể bố trí trên dòng chảy hay bố trí ngoài dòng chảy.

2.1.6. Quá trình tuyển nổi

Tuyển nổi là quá trình tách các chất ở dạng rắn hoặc dạng lỏng, phân tán không tan trong nước thải, có khối lượng riêng nhỏ, tỷ trọng nhỏ hơn nước không thể lắng bằng trọng lực hoặc lắng rất chậm. Phương pháp tuyển nổi được thực hiện bằng cách trộn lẫn các hạt khí nhỏ và mịn vào nước thải, khi đó các hạt khí sẽ kết dính với các hạt của nước thải và những hạt vật chất này theo bọt khí nổi lên bề mặt. Khi đó ta có thể dễ dàng loại chúng ra khỏi hệ thống bằng thiết bị vớt bọt.

Để tăng hiệu suất tạo bọt, người ta thường sử dụng các chất tạo bọt như cresol, phenol nhằm giảm năng lượng bề mặt phân pha. Tùy theo phương thức cấp không khí vào nước, quá trình tuyển nổi bao gồm các dạng sau:

- Tuyền nổi bằng khí phân tán: khí nén được thổi trực tiếp vào bề tuyền 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.

- Tuyền nổi chân không: bão hoà không khí ở áp suất khí quyển, sau đó thoát khí ra khỏi nước ở áp suất chân không. Hệ thống này ít sử dụng trong thực tế vì khó vận hành và chi phí cao.

- Tuyền nổi bằng khí hoà tan: sục không khí vào nước ở áp suất cao (2-4 at), sau đó giảm áp giải phóng khí. Không khí thoát ra sẽ tạo thành bọt khí có kích thước 20 - 100mm.

2.2. Xử lý hóa lý [3]

Bản chất của quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp hoá lý là áp dụng các quá trình vật lý và hoá học để đưa vào nước thải chất phản ứng nào đó, gây tác động với các tạp chất bản, biến đổi hoá học, tạo thành các chất khác dưới dạng cặn hoặc chất hoà tan nhưng không độc hại hoặc không gây ô nhiễm môi trường. Giai đoạn xử lý hoá lý có thể là giai đoạn xử lý độc lập hoặc xử lý cùng với các phương pháp cơ học, hoá học, sinh học trong công nghệ xử lý nước thải hoàn chỉnh.

Những phương pháp hoá lý thường được áp dụng để xử lý nước thải là: đông keo tụ, hấp phụ, trao đổi ion, thẩm lọc ngược và siêu lọc ...

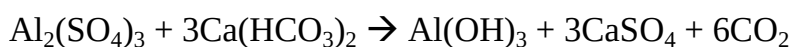
2.2.1. Phương pháp đông keo tụ

Quá trình lắng chỉ có thể tách được các hạt rắn huyền phù nhưng không thể tách được các chất gây nhiễm bản ở dạng keo và hòa tan vì chúng là những hạt rắn có kích thước quá nhỏ. Để tách các hạt rắn đó một cách có hiệu quả bằng phương pháp lắng, cần tăng kích thước của chúng nhờ sự tác động tương hỗ giữa các hạt phân tán liên kết thành tập hợp các hạt, nhằm tăng vận tốc lắng của chúng. Việc khử các hạt keo rắn bằng lắng trọng lượng đòi hỏi trước hết cần trung hòa điện tích của chúng, thứ đến là liên kết chúng với nhau. Quá trình trung hoà điện tích thường được gọi là quá trình đông tụ (coagulation), còn quá trình tạo thành các bông lớn hơn từ các hạt nhỏ gọi là quá trình keo tụ (flocculation).

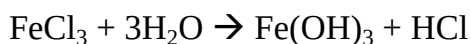
Các hạt lơ lửng trong nước đều mang điện tích âm hoặc dương. Các hạt có nguồn gốc silic và các hạt hữu cơ mang điện tích âm, các hạt hydroxit sắt và nhôm mang điện tích dương. Khi thế điện động của chúng bị phá vỡ, các hạt này sẽ liên kết lại với nhau tạo ra các tổ hợp phân tử, phân tử hay các ion tự do, các tổ hợp này chính là các hạt bông keo.

Các chất đông tụ thường dùng: các muối nhôm, sắt hoặc hỗn hợp của chúng. Việc lựa chọn phụ thuộc vào: tính chất hóa lý, chi phí, nồng độ tạp chất trong nước,

pH, thành phần muối trong nước. Thường dùng: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, NaAlO_2 , $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, trong đó $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ được dùng nhiều hơn vì dễ hòa tan trong nước.



Đối với các muối sắt cũng thường dùng:



Muối sắt có ưu điểm hơn so với các muối nhôm do: tác dụng tốt hơn ở nhiệt độ thấp, có khoảng pH tối ưu của môi trường rộng hơn, độ bền lớn và kích thước bông keo có khoảng giới hạn rộng của thành phần muối, có thể khử được mùi vị khi có H_2S . Nhược điểm: tạo các phức hòa tan nhuộm màu qua phản ứng của các cation sắt với một số hợp chất hữu cơ.

2.2.2. Phương pháp hấp phụ

Phương pháp hấp phụ được dùng rộng rãi để làm sạch triệt để nước thải khỏi các chất hữu cơ hoà tan sau khi xử lý sinh học cũng như xử lý cục bộ khi nước thải có chứa một hàm lượng rất nhỏ các chất đó. Những chất này không phân huỷ bằng con đường sinh học và thường có độc tính cao. Nếu các chất cần khử bị hấp phụ tốt và chi phí riêng cho lượng chất hấp phụ không lớn thì việc ứng dụng phương pháp này là hợp lý hơn cả.

Các chất hấp phụ thường được sử dụng như: than hoạt tính, các chất tổng hợp và chất thải của vài ngành sản xuất được dùng làm chất hấp phụ (tro, xỉ, mặt cưa ...). Chất hấp phụ vô cơ như đất sét, silicagen, keo nhôm và các chất hydroxit kim loại ít được sử dụng vì năng lượng tương tác của chúng với các phân tử nước lớn. Chất hấp phụ phổ biến nhất là than hoạt tính, nhưng chúng cần có các tính chất xác định như: tương tác yếu với các phân tử nước và mạnh với các chất hữu cơ, có lỗ xốp thô để có thể hấp phụ các phân tử hữu cơ lớn và phức tạp, có khả năng phục hồi. Ngoài ra, than phải bền với nước và thấm nước nhanh. Quan trọng là than phải có hoạt tính xúc tác thấp đối với phản ứng oxi hóa bởi vì một số chất hữu cơ trong nước thải có khả năng bị oxi hoá và bị hoá nhựa. Các chất hoá nhựa bịt kín lỗ xốp của than và cản trở việc tái sinh nó ở nhiệt độ thấp.

2.2.3. Phương pháp trao đổi ion

Trao đổi ion là một quá trình trong đó các ion trên bề mặt của chất rắn trao đổi với ion có cùng điện tích trong dung dịch khi tiếp xúc với nhau. Các chất này gọi là các ionit (chất trao đổi ion), chúng hoàn toàn không tan trong nước.

Các chất có khả năng hút các ion dương từ dung dịch điện ly gọi là cation, những chất này mang tính axit. Các chất có khả năng hút các ion âm gọi là anion và

chúng mang tính kiềm. Nếu như các ionit nào đó trao đổi cả cation và anion gọi là các ionit lưỡng tính.

Phương pháp trao đổi ion thường được ứng dụng để loại ra khỏi nước các ion kim loại như: Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , ..., các hợp chất của Asen, photpho, Cyanua và các chất phóng xạ.

Các chất trao đổi ion là các chất vô cơ hoặc hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên hay tổng hợp nhân tạo. Các chất trao đổi ion vô cơ tự nhiên gồm có các zeolit, kim loại khoáng chất, đất sét, ..., vô cơ tổng hợp gồm silicagen, pecmutit (chất làm mềm nước), các oxit khó tan và hydroxit của một số kim loại như nhôm, crôm, ... Các chất trao đổi ion hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên gồm axit humic và than đá chúng mang tính axit, các chất có nguồn gốc tổng hợp là các nhựa có bề mặt riêng lớn là những hợp chất cao phân tử.

2.2.4. Các quá trình tách bằng màng

Màng được định nghĩa là một pha đóng vai trò ngăn cách giữa các pha khác nhau. Việc ứng dụng màng để tách các chất phụ thuộc vào độ thấm của các hợp chất đó qua màng. Người ta dùng các kỹ thuật như: điện thẩm tích, thẩm thấu ngược, siêu lọc và các quá trình tương tự khác.

Thẩm thấu ngược và siêu lọc là quá trình lọc dung dịch qua màng bán thẩm thấu, dưới áp suất cao hơn áp suất thẩm lọc. Màng lọc cho các phân tử dung môi đi qua và giữ lại các chất hoà tan. Sự khác biệt giữa hai quá trình là ở chỗ siêu lọc thường được sử dụng để tách dung dịch có khối lượng phân tử trên 500 và có áp suất thẩm thấu nhỏ (ví dụ như các vi khuẩn, tinh bột, protein, đất sét ...). Còn thẩm thấu ngược thường được sử dụng để khử các vật liệu có khối lượng phân tử thấp và có áp suất cao.

2.3. Xử lý hóa học [7]

Thực chất của phương pháp hoá học là đưa vào nước thải các chất phản ứng. Chất này tác dụng với các tạp chất bẩn trong nước thải và có khả năng tách chúng ra khỏi nước thải dưới dạng cặn lắng hoặc dưới dạng hoà tan không độc hại.

2.3.1. Phương pháp trung hòa

Nước thải trong nhiều lĩnh vực có chứa nhiều axit hoặc kiềm. Để ngăn ngừa hiện tượng xâm thực ở các công trình thoát nước và tránh cho các quá trình sinh hóa ở các công trình làm sạch và trong hồ, sông không bị phá hoại, người ta phải trung hòa các loại nước thải đó. Trung hòa còn với mục đích làm cho một số muối kim loại nặng lắng xuống và tách ra khỏi nước.

Công nghệ ưu tiên: tính đến khả năng trung hòa lẫn nhau giữa các loại nước thải chứa axit và kiềm.

Quá trình trung hòa được thực hiện trong các bể trung hòa kiểu làm việc liên tục hay gián đoạn theo chu kỳ. Nước thải sau khi trung hòa có thể cho lắng ở các hồ lắng tập trung. Nếu điều kiện thuận lợi, các hồ này có thể trữ được cặn lắng trong khoảng 10 – 15 năm. Thể tích cặn lắng phụ thuộc vào nồng độ axit, ion kim loại nặng trong nước thải, dạng và liều lượng hóa chất, mức độ lắng trong,... Ví dụ: khi trung hòa nước thải bằng sữa vôi chế biến từ vôi thị trường chứa 50% CaO hoạt tính sẽ tạo nhiều cặn nhất.

Việc lựa chọn biện pháp trung hòa phụ thuộc vào lượng nước thải, chế độ xả thải, nồng độ, hóa chất có ở địa phương. Các biện pháp trung hòa:

- Trung hòa bằng cách trộn nước thải chứa axit và nước thải chứa kiềm.
- Trung hòa nước thải bằng cách cho thêm hóa chất
- Trung hòa nước thải chứa axit bằng cách lọc qua những lớp vật liệu trung hòa
- Dùng khí thải, khói từ lò hơi để trung hòa nước thải chứa kiềm.

2.3.2. Phương pháp oxi hóa – khử

Các chất bẩn trong nước thải công nghiệp có thể phân ra hai loại: vô cơ và hữu cơ. Các chất hữu cơ thường là đạm, mỡ, đường, các hợp chất chứa phenol, chứa nitơ có thể bị phân hủy bởi vi sinh vật, do đó có thể dùng phương pháp sinh học để xử lý. Các chất vô cơ thường là những chất không thể xử lý bằng phương pháp sinh học (đó là những kim loại nặng như đồng, chì, niken, coban, sắt, mangan, crôm,...). Vì vậy để xử lý những chất độc hại người ta thường dùng phương pháp hóa học và hóa lý, đặc biệt thông dụng nhất là phương pháp oxi hóa – khử như:

- Oxi hóa bằng Clo
- Oxi hóa bằng hydro peoxit
- Oxi hóa bằng oxi trong không khí
- Ôzôn hóa.

2.3.3 Phương pháp khử trùng

Khử trùng nước thải nhằm mục đích phá hủy, tiêu diệt các loại vi khuẩn gây nguy hiểm hoặc chưa được hoặc không thể khử bỏ trong quá trình xử lý nước thải. Khử trùng có nhiều phương pháp:

- Clo hóa (rộng rãi nhất): clo cho vào nước dưới dạng hơi hoặc clorua vôi. Lượng clo hoạt tính cần thiết cho một đơn vị thể tích nước thải là: 10 g/m³ đối với nước thải sau xử lý cơ giới, 5 g/m³ đối với nước thải sau xử lý sinh học không hoàn toàn. Thời gian tiếp xúc giữa chúng là 30 phút trước khi xả nước thải ra nguồn tiếp nhận.

- Ôzôn hóa: phương pháp này bắt đầu được áp dụng rộng rãi để xử lý nước thải. Ôzôn tác động mạnh mẽ vào chất hữu cơ. Sau quá trình ôzôn hóa, số lượng vi khuẩn bị tiêu diệt đạt tới 99,8%. Ngoài việc khử trùng ôzôn còn oxi hóa các hợp chất nitơ, photpho là các nguyên tố dinh dưỡng trong nước thải, góp phần chống hiện tượng phú dưỡng trong nguồn nước.
- Dùng tia tử ngoại: tia cực tím UV là tia bức xạ điện từ có bước sóng khoảng 4 – 400nm. Tia cực tím có tác dụng làm thay đổi DNA của tế bào vi khuẩn, tia cực tím có độ dài bước sóng 254nm, khả năng diệt khuẩn cao nhất.

2.4. Xử lý sinh học [6]

Quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học là quá trình nhằm phân hủy các vật chất hữu cơ ở dạng hòa tan, dạng keo và dạng phân tán nhỏ trong nước thải nhờ vào sự hoạt động của các vi sinh vật. Quá trình này xảy ra trong điều kiện hiếu khí hoặc kỵ khí tương ứng với hai tên gọi thông dụng là: quá trình xử lý sinh học hiếu khí và quá trình xử lý sinh học kỵ khí (yếm khí).

2.4.1. Phương pháp hiếu khí

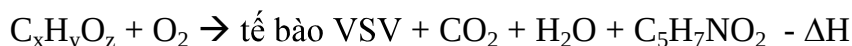
Quá trình phân hủy hiếu khí dựa vào hoạt động sống của vi sinh vật hiếu khí. Vi sinh vật sau khi tiếp xúc với nước thải có chứa các chất hữu cơ thì chúng sẽ phát triển dần dần (tăng sinh khối). Nếu chất hữu cơ có quá nhiều, nguồn oxi không đủ sẽ tạo ra môi trường kỵ khí. Như vậy trong quá trình phân hủy hiếu khí thì vận tốc trao đổi của vi sinh vật phải luôn thấp hơn vận tốc hòa tan của oxi trong nước. Thực vật phù du và các sinh vật tự dưỡng khác sử dụng CO₂ và chất khoáng để tổng hợp chất hữu cơ làm tăng sinh khối và làm giàu oxi trong nước thải.

Quá trình phân hủy các chất hữu cơ trong nước thải bằng phương pháp hiếu khí bao gồm 3 giai đoạn sau:

- Giai đoạn 1: oxi hóa chất hữu cơ



- Giai đoạn 2: tổng hợp xây dựng tế bào



- Giai đoạn 3: oxi hóa chất liệu tế bào



Quá trình xử lý sinh học hiếu khí được ứng dụng có hiệu quả cao đối với nước thải có giá trị BOD₅ thấp như nước thải sinh hoạt sau xử lý cơ học và nước thải của các ngành công nghiệp bị ô nhiễm hữu cơ ở mức độ thấp (BOD₅ < 1000 mg/l). Tùy theo cách cung cấp oxi mà quá trình xử lý sinh học hiếu khí được chia làm hai loại:

- Xử lý sinh học hiếu khí trong điều kiện tự nhiên: oxi được cung cấp từ không khí tự nhiên do quang hợp của tảo và thực vật nước với các công trình tương ứng như: cánh đồng tưới, cánh đồng lọc, hồ sinh học, đất ngập nước...

- Xử lý sinh học hiếu khí trong điều kiện nhân tạo: oxi được cung cấp bởi các thiết bị sục khí cưỡng bức, thiết bị khuấy trộn cơ giới... với các quá trình và công trình tương ứng như sau:

❖ Bùn hoạt tính (Aerotén)

Bùn hoạt tính là tập hợp các vi sinh vật khác nhau, chủ yếu là vi khuẩn, bên cạnh đó còn có nấm men, nấm mốc, xạ khuẩn, nguyên sinh động vật, giun, sán,... kết thành dạng bông với trung tâm là các hạt lơ lửng trong nước. Trong bùn hoạt tính ta thấy có loài Zoogelea trong khối nhầy. Chúng có khả năng sinh ra một bao nhầy xung quanh tế bào, bao nhầy này là một polymer sinh học với thành phần là polysaccharide có tác dụng kết các tế bào vi khuẩn lại tạo thành bông.

Quá trình này sử dụng bùn hoạt tính để xử lý các chất hữu cơ hòa tan hoặc các chất hữu cơ dạng lơ lửng. Sau một thời gian thích nghi, các tế bào vi khuẩn bắt đầu tăng trưởng và phát triển. Các hạt lơ lửng trong nước thải được các tế bào vi sinh vật bám lên và phát triển thành các bông cặn có hoạt tính phân hủy các chất hữu cơ. Các hạt bông cặn dần dần lớn lên do được cung cấp oxi và hấp thụ các chất hữu cơ làm chất dinh dưỡng để sinh trưởng và phát triển.

Một số công trình hiếu khí phổ biến xây dựng trên cơ sở xử lý sinh học bằng bùn hoạt tính :

- *Bể aerotén thông thường*

Đòi hỏi chế độ dòng chảy nút, khi đó chiều dài bể rất lớn so với chiều rộng. Trong bể, nước thải vào có thể phân bố ở nhiều điểm theo chiều dài, bùn hoạt tính tuần hoàn đưa vào đầu bể. Tốc độ sục khí giảm dần theo chiều dài bể. Quá trình phân hủy nội bào xảy ra ở cuối bể.

- *Bể aerotén xáo trộn hoàn toàn*

Đòi hỏi chọn hình dạng bể, trang thiết bị sục khí thích hợp. Thiết bị sục khí cơ khí (mô tơ và cánh khuấy) hoặc thiết bị khuếch tán khí thường được sử dụng. Bể này thường có dạng tròn hoặc vuông, hàm lượng bùn hoạt tính và nhu cầu oxi đồng nhất trong toàn bộ thể tích bể.

- *Bể aerotén mở rộng*

Hạn chế lượng bùn dư sinh ra, khi đó tốc độ sinh trưởng thấp, sản lượng bùn thấp và chất lượng nước ra cao hơn. Thời gian lưu bùn cao hơn so với các bể khác (20-30 ngày).

- Mương oxi hóa

Là mương dẫn dạng vòng có sục khí để tạo dòng chảy trong mương có vận tốc đủ xáo trộn bùn hoạt tính. Vận tốc trong mương thường được thiết kế lớn hơn 3m/s để tránh lắng cặn. Mương oxi hóa có thể kết hợp quá trình xử lý N.

- Bể hoạt động gián đoạn (SBR)

Bể hoạt động gián đoạn là hệ thống xử lý nước thải với bùn hoạt tính theo kiểu làm đầy và xả cặn. Quá trình xảy ra trong bể SBR tương tự như trong bể bùn hoạt tính hoạt động liên tục, chỉ có điều tất cả quá trình xảy ra trong cùng một bể và được thực hiện lần lượt theo các bước: (1) làm đầy, (2) phản ứng, (3) lắng, (4) xả cặn, (5) ngưng.

Các điều kiện cần thiết của phương pháp bùn hoạt tính:

- Giữ được lượng bùn cao trong Aeroten
- Cho phép vi sinh vật phát triển liên tục ở giai đoạn “bùn trẻ”
- Bảo đảm lượng oxi cần thiết cho vi sinh vật ở mọi điểm trong Aeroten.

❖ Lọc sinh học

Bể lọc sinh học là công trình trong đó nước thải được lọc qua lớp vật liệu lọc có kích thước hạt lớn. Bề mặt các hạt vật liệu đó được bao bọc bởi một màng sinh vật do loại vi sinh vật hiếu khí tạo thành.

Sau khi lắng trong các bể lắng đợt 1 nước đi qua bể lọc sinh học. Ở đó màng sinh học sẽ hấp thụ các chất phân tán nhỏ, chưa kịp lắng, cả các chất ở dạng keo và hòa tan. Các chất hữu cơ bị màng sinh vật giữ lại sẽ bị oxi hóa bởi các vi sinh vật hiếu khí. Chúng sử dụng các chất hữu cơ, một phần để xây dựng tế bào (nguyên sinh chất) và tăng khối lượng cơ thể. Như vậy, một phần các chất bản hữu cơ bị loại khỏi nước thải, mặt khác khối lượng màng sinh vật hoạt tính trong vật liệu lọc đồng thời cũng tăng lên. Màng đó sau một thời gian già cỗi, chết đi và bị dòng nước mới cuốn khỏi bể lọc.

Theo chế độ làm việc của các bể lọc chia ra làm 2 loại: bể lọc hoạt động theo chu kì và bể lọc hoạt động liên tục. Bể lọc hoạt động theo chu kì do công suất nhỏ, giá thành lại cao nên hiện nay hầu như không được sử dụng. Theo công suất và cấu tạo, những bể lọc hoạt động liên tục được chia ra làm các loại: bể lọc sinh vật nhỏ giọt (lớp vật liệu lọc không ngập nước), bể lọc sinh học có lớp vật liệu ngập trong nước, bể lọc sinh vật cao tải (hay Aerophon), bể lọc sinh vật có chiều cao lớn (tháp lọc sinh học). Theo phương thức cung cấp người ta chia ra các bể lọc với thông gió tự nhiên và nhân tạo.

Bể lọc sinh học hiện đại gồm những lớp vật liệu tiếp xúc có khả năng thấm cao cho phép vi sinh vật bám dính và nước thải có thể đi qua. Môi trường lọc có thể là đá. Kích thước đường kính thay đổi từ 25 – 100 mm. Chiều sâu lớp đá tùy theo thiết kế

thông thường từ 0,9 – 2,0 m, trung bình là 1,8 m. Lọc sinh học có thể dùng vật liệu lọc cải tiến là plastic, có thể là hình vuông hoặc hình khác với chiều sâu thay đổi từ 9 – 12 m.

❖ **Đĩa quay sinh học**

Đĩa quay sinh học (RBC) là kỹ thuật màng bám dính, hệ xử lý bao gồm bồn / bể chứa. Các đĩa sinh học thực tế là vật liệu mang ngáp gần nửa vào nước thải, trục của các đĩa sinh học được gắn vào hệ mô-tơ – hộp giảm tốc để quay tập đĩa. Vật liệu làm các RBC thường là plastic có độ bền cao. Đĩa sinh học thường được chế tạo với bề mặt lõm lõm hoặc gấp nếp, có tác dụng vừa làm tăng diện tích bề mặt, vừa làm tăng độ cứng của đĩa.

Dựa trên nguyên lý tiếp xúc của hệ vi sinh vật bám dính trên đĩa quay (màng sinh học) đối với nước thải và oxi có trong không khí. Khi khối đĩa quay lên, các vi sinh vật lấy oxi để oxi hóa các chất hữu cơ và giải phóng CO_2 . Khi khối đĩa quay xuống, vi sinh vật nhận chất nền (chất dinh dưỡng) có trong nước. Quá trình tiếp diễn như vậy cho đến khi hệ vi sinh vật sinh trưởng và phát triển sử dụng hết các chất hữu cơ có trong nước thải.

Thiết bị làm việc đạt hiệu quả xử lý chất hữu cơ (BOD) trên 90%, chất dinh dưỡng (N, P) đạt trên 35%.

RBC được sử dụng với các loại nước thải chứa hàm lượng ô nhiễm chất hữu cơ $\text{BOD}_5 = 500 \text{ mg/l}$, dinh dưỡng N tổng = 100 mg/l.

2.4.2. Phương pháp kỵ khí

a) Nguyên tắc

Quá trình phân hủy chất hữu cơ diễn ra trong điều kiện không có oxi nhờ sự hoạt động của hệ vi sinh vật sống thích nghi ở điều kiện kỵ khí. Các sản phẩm của quá trình phân hủy kỵ khí là axit hữu cơ, các amôn, NH_3 , H_2S và CH_4 . Vì vậy quá trình này gọi là quá trình lên men kỵ khí sinh mêtan hay lên men mêtan.

Quá trình phân hủy kỵ khí bao gồm 2 giai đoạn:

- **Giai đoạn thủy phân:**

Dưới tác dụng của enzyme thủy phân do vi sinh vật tiết ra, các chất hữu cơ sẽ bị thủy phân thành đường đơn giản, protein bị thủy phân thành đường peptic, axit amin, chất béo thủy phân thành glyxerin và axit béo.

- **Giai đoạn tạo khí:**

Sản phẩm thủy phân này tiếp tục phân hủy tạo thành khí CO_2 , CH_4 ngoài ra còn một số khí khác như: H_2S , NH_3 và một ít muối khoáng.

Các hydrat bị phân hủy sớm nhất và nhanh nhất hầu hết chuyển thành CO_2 , CH_4 . Các hợp chất hữu cơ hòa tan bị phân hủy gần như hoàn toàn (axit béo tự do hầu

như bị phân hủy 80-90%, axit béo loại este phân hủy 65-68%). Riêng hợp chất chứa ligin là chất khó phân hủy nhất, chúng là nguồn tạo ra mùi.

Trong quá trình phân hủy các chất hữu cơ ở điều kiện kỵ khí, sản phẩm cuối cùng chủ yếu là CH_4 chiếm 60-75%. Quá trình lên men mêtan gồm 2 pha điển hình: pha axit và pha kiềm.

Ở pha axit, hydratcacbon (xellulo, tinh bột, các loại đường,...) dễ bị phân hủy tạo thành axit hữu cơ có phân tử lượng thấp (axit propinic, butyric, axetic,...). Một phần chất béo cũng chuyển hóa thành axit hữu cơ. Đặc trưng của pha này là tạo thành axit, pH của môi trường có thể thấp hơn 5 và xuất hiện mùi hôi. Cuối pha axit hữu cơ và các chất tan có chứa nitơ tiếp tục phân hủy thành những hợp chất của amôn, amin, muối của axit cacbonic và tạo thành một số khí như: CO_2 , CH_4 , H_2S , N_2 , mecaptan gây mùi khó chịu, lúc này pH của môi trường bắt đầu tăng chuyển sang trung tính và sang kiềm.

Ở pha kiềm, đây là pha tạo thành khí CH_4 . Các sản phẩm thủy phân của pha axit làm cơ chất cho quá trình lên men mêtan và tạo thành CH_4 , CO_2 , pH của pha này chuyển hoàn toàn sang môi trường kiềm.

Quá trình phân hủy các chất hữu cơ trong môi trường kỵ khí là quá trình phức tạp với sự tham gia của nhiều vi sinh vật kỵ khí. Nhiệt độ phân hủy chất hữu cơ trong điều kiện kỵ khí là 10 - 15⁰C, 20 - 40⁰C và trên 40⁰C, thời gian lên men kéo dài trong khoảng 10 - 15 ngày, nếu ở nhiệt độ thấp thì quá trình lên men kéo dài hàng tháng.

b) Các phương pháp kỵ khí

Công nghệ xử lý kỵ khí chia làm 2 loại:

- Xử lý với vi sinh vật sinh trưởng lơ lửng:
 - Xáo trộn hoàn toàn
 - Tiếp xúc kỵ khí

Đối với nước thải BOD cao, xử lý bằng phương pháp kỵ khí tiếp xúc rất hiệu quả. Nước thải chưa xử lý được khuấy trộn với bùn tuần hoàn và sau đó được phân hủy trong bể phản ứng kín, không cho không khí vào. Sau khi phân hủy, hỗn hợp bùn nước đi vào bể lắng hoặc tuyển nổi, nước trong đi ra nếu chưa đạt yêu cầu xả vào nguồn tiếp nhận thì phải xử lý tiếp bằng phương pháp hiếu khí với Aeroten hoặc lọc sinh học. Bùn kỵ khí sau khi lắng được hồi lưu để nuôi cấy trong nước thải mới. Lượng sinh khối vi sinh vật kỵ khí thấp nên bùn dư thừa ra là rất ít.

- UASB

UASB là bể xử lý sinh học kỵ khí dòng chảy ngược qua lớp bùn, phương pháp này phát triển mạnh ở Hà Lan. Xử lý bằng phương pháp kỵ khí được ứng dụng để xử lý

các loại nước thải có hàm lượng chất hữu cơ tương đối cao, khả năng phân hủy sinh học tốt, nhu cầu năng lượng thấp và sản sinh năng lượng.

Chức năng của bể UASB là thực hiện phân hủy các chất hữu cơ trong điều kiện kỵ khí thành các dạng khí sinh học. Các chất hữu cơ trong nước thải đóng vai trò chất dinh dưỡng cho vi sinh vật. Nước thải đi từ dưới lên với vận tốc được duy trì trong khoảng 0,6 – 1,2 m/h, thời gian lưu nước trong bể thường kéo dài 30 – 40 giờ. Hoạt động của bể UASB cần duy trì ở điều kiện thích hợp: pH khoảng 7 – 7,2, nhiệt độ ổn định 33 – 35⁰C, tải trọng hữu cơ đạt từ 10 – 15 kg/m³.ngày. Bùn trong bể UASB chia thành 2 lớp: lớp bùn đặc và lớp bùn bông. Nếu hoạt động tốt thì chiều cao lớp bùn bông gấp 2 lần chiều cao lớp bùn đặc, cần có sự thu bùn thích hợp để tránh hiện tượng bùn trong bể quá nhiều hoặc quá ít. Thể tích khí tạo thành từ 0,2 – 0,5 kg/m³ BOD, bùn dư trong bể đưa sang bể nén làm phân bón.

Đây là một trong những quá trình kỵ khí ứng dụng rộng rãi nhất trên thế giới do:

- Cả 3 quá trình phân hủy – lắng lưu – tách khí được lắp đặt trong cùng một công trình.
 - Tạo thành các loại bùn hạt có mật độ vi sinh vật rất cao và tốc độ lắng vượt xa so với bùn hoạt tính hiếu khí dạng lơ lửng
 - Ít tiêu tốn năng lượng vận hành
 - Ít bùn dư nên giảm chi phí xử lý bùn và lượng bùn sinh ra dễ tách nước
 - Nhu cầu dinh dưỡng thấp nên giảm chi phí bổ sung dinh dưỡng
 - Có khả năng thu hồi năng lượng từ khí metan.
- Xử lý với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám:
- Lọc kỵ khí

Bể lọc kỵ khí là một bể chứa vật liệu tiếp xúc để xử lý chất hữu cơ chứa cacbon trong nước thải. Nước thải được dẫn vào bể từ dưới lên hoặc từ trên xuống, tiếp xúc với lớp vật liệu trên đó có vi sinh vật kỵ khí sinh trưởng và phát triển. Vì vi sinh vật được giữ trên bề mặt vật liệu tiếp xúc và không bị rửa trôi theo nước sau xử lý nên thời gian lưu của tế bào sinh vật rất cao (khoảng 100 ngày).

Quá trình xử lý sinh học kỵ khí thường được ứng dụng để xử lý sơ bộ các loại nước thải có hàm lượng BOD₅ cao (>1000 mg/l), làm giảm tải trọng hữu cơ và tạo điều kiện thuận lợi cho các quá trình xử lý hiếu khí diễn ra có hiệu quả. Xử lý sinh học kỵ khí còn được áp dụng để xử lý các loại bùn, cặn (cặn tươi từ bể lắng đợt một, bùn hoạt tính sau khi nén ...) trong trạm xử lý nước thải đô thị và một số ngành công nghiệp.

c) Các yếu tố ảnh hưởng

- Ảnh hưởng của pH: đối với từng nhóm, từng loài vi sinh vật, có một khoảng pH tối ưu. pH là yếu tố quan trọng quyết định đến hiệu suất của quá trình xử lý nước thải.

- pH = 7 thì hiệu suất xử lý đạt giá trị cao nhất
- pH = 6 thì hiệu suất xử lý thấp nhất
- pH > 7 thì vi sinh vật ít chịu ảnh hưởng hơn so với pH axit
- Ở pH axit, vi sinh vật hoạt động kém hiệu quả, do các vi sinh vật sinh axit bị ức chế mạnh hơn trong môi trường axit so với trong môi trường kiềm và ở giá trị kiềm nhẹ, nhóm vi khuẩn sinh mêtan cũng ít bị ảnh hưởng hơn so với ở giá trị pH axit.

- Ảnh hưởng của nhiệt độ: xử lý nước thải trong điều kiện kỵ khí do quần thể vi sinh vật hoạt động, mỗi chủng loại vi sinh vật hoạt động sẽ sinh trưởng và phát triển tốt ở miền nhiệt độ thích hợp. Nhiệt độ tối ưu cho quần thể vi sinh vật sinh mêtan là 35-55⁰C, dưới 10⁰C chủng này hoạt động rất kém.

- Ảnh hưởng của tải trọng chất hữu cơ: khi hàm lượng chất hữu cơ tăng cao thì hiệu suất xử lý cũng tăng theo. Đối với nước thải có độ ô nhiễm COD khoảng 5000-7000 mg/l thì hiệu suất xử lý đạt gần 90%, và hiệu suất xử lý giảm dần khi COD đầu vào giảm dần.

- Ảnh hưởng của thời gian lưu thủy lực: thời gian lưu thủy lực là yếu tố quyết định hiệu suất xử lý của hệ thống. Thời gian lưu thủy lực ngắn thì hiệu suất thấp và ngược lại. Nếu kéo dài quá thời gian xử lý thì chi phí đầu tư ban đầu của hệ thống sẽ lớn.

Các chất sát trùng như: NaOH, Cloramin B, Javen,... gây ảnh hưởng không tốt đến hoạt động của vi sinh vật vì thế làm giảm hiệu suất xử lý của hệ thống.

CHƯƠNG 3. ĐỀ XUẤT LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI SẢN XUẤT BIA

3.1. Cơ sở lựa chọn công nghệ xử lý nước thải sản xuất bia

Việc lựa chọn sơ đồ công nghệ của trạm xử lý nước thải dựa vào các yếu tố cơ bản sau:

- Công suất của trạm xử lý
- Thành phần và đặc tính của nước thải
- Mức độ cần thiết xử lý nước thải
- Tiêu chuẩn xả nước thải vào các nguồn tiếp nhận tương ứng
- Điều kiện mặt bằng, đặc điểm địa chất, thủy văn của khu vực xây dựng trạm xử lý nước thải
- Chi phí đầu tư xây dựng, quản lý, vận hành và bảo trì
- Các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật khác.

Nước thải sản xuất bia chủ yếu từ công đoạn nấu – đường hóa, lên men và rửa chai vì vậy mà hàm lượng chất hữu cơ, pH trong nước thải lớn. Để xử lý đạt hiệu suất cao thường áp dụng phương pháp xử lý sinh học.

3.2. Các thông số thiết kế và yêu cầu xử lý

3.2.1. Đặc trưng nước thải của cơ sở lựa chọn thiết kế

Trong quá trình tính toán thiết kế, đề tài lựa chọn nhà máy sản xuất bia A với các thông số ô nhiễm đặc trưng nằm trong khoảng dao động chung của các cơ sở sản xuất bia công nghiệp. Các thông số đặc trưng của nhà máy bia A được chỉ ra trong bảng 3.1.

Bảng 3.1. Các thông số đầu vào của nước thải nhà máy sản xuất bia A

STT	Chỉ tiêu	Giá trị	QCVN 24:2009/BTNMT (cột B)
1	Lưu lượng nước thải, m ³	500	
2	pH	10	5,5 – 9
3	Hàm lượng cặn lơ lửng, mg/l	300	100
4	BOD ₅ , mg/l	2000	50
5	COD, mg/l	3000	100
6	Tổng Nito	45	30
7	Tổng Phốtpho	15	6
8	Coliform, MPN/100 ml	<10.000	5000

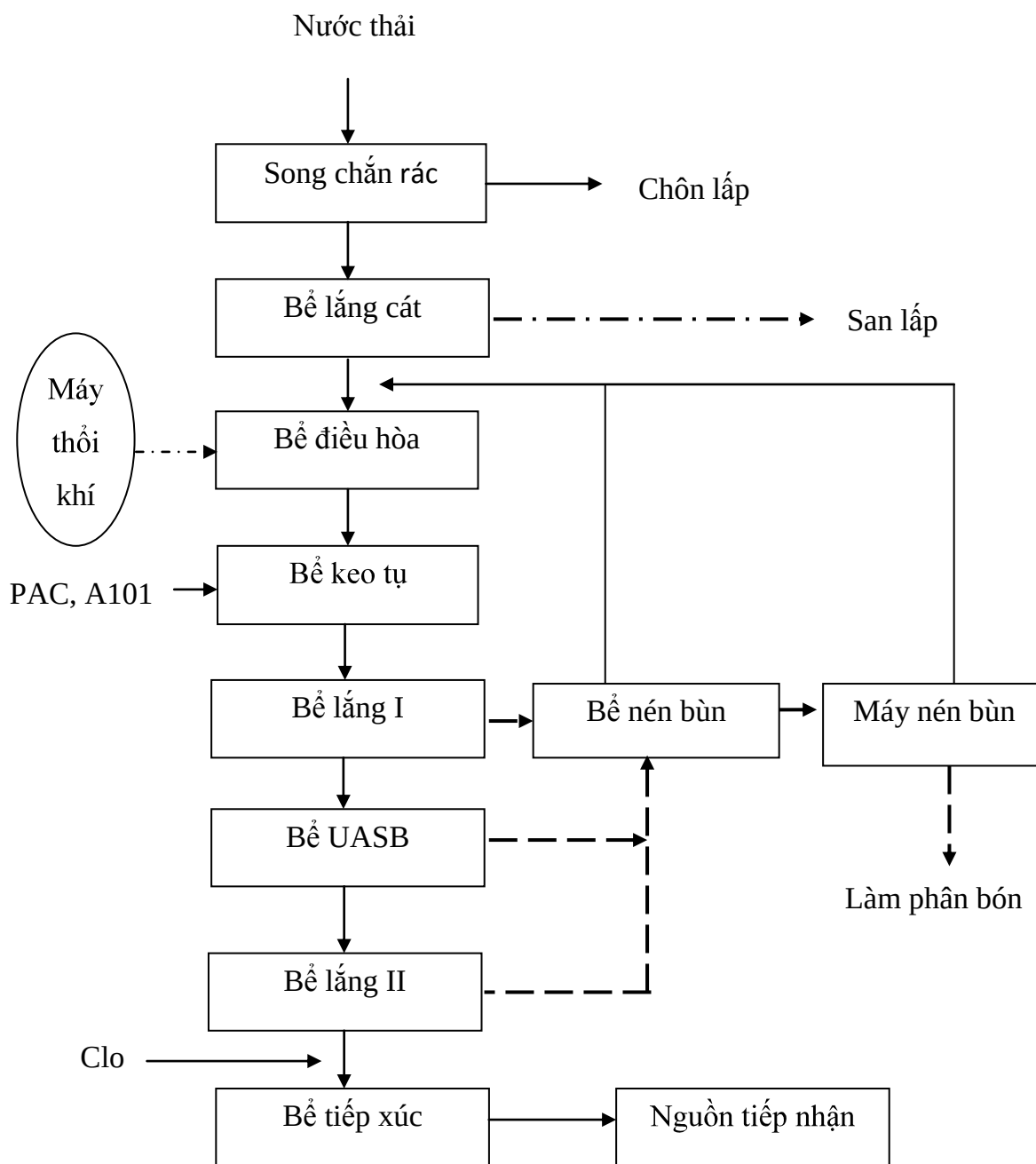
3.2.2. Yêu cầu xử lý

Phương án công nghệ xử lý nước thải đảm bảo các yêu cầu cơ bản sau:

- Xử lý hoàn toàn các chất ô nhiễm và mức độ làm sạch đạt yêu cầu thải nước vào nguồn tiếp nhận theo quy định hiện hành (theo QCVN 24:2009/BTNMT – cột B).
- Công nghệ cho hiệu suất làm sạch cao, có khả năng kiểm soát trước những biến động về lưu lượng và nồng độ chất bẩn của nước thải.
- So với các biện pháp cùng nhóm, tương đương về hiệu quả xử lý, các biện pháp trong phương án đề xuất có chi phí đầu tư xây lắp và vận hành ở mức hợp lý.

3.3. Các phương án công nghệ đề xuất xử lý nước thải sản xuất bia**3.3.1. Phương án 1**

Dựa trên đặc tính của nước thải sản xuất bia là giàu hợp chất hữu cơ vì vậy nghiên cứu đề xuất phương án xử lý chính là keo tụ kết hợp sinh học. Mục đích của việc lựa chọn phương pháp keo tụ là nhằm loại bỏ các chất hữu cơ không tan và chất rắn lơ lửng trong nước thải. Hóa chất keo tụ có nhiều loại tuy nhiên nghiên cứu lựa chọn PAC và A101 bởi chúng đem lại hiệu quả xử lý cao nhất và thích hợp ở điều kiện pH trung tính. Sau giai đoạn keo tụ, nghiên cứu lựa chọn phương pháp sinh học kỵ khí là UASB để phân hủy các chất hữu cơ tan dễ phân hủy.



Hình 3.1. Sơ đồ công nghệ theo phương án 1

a. Thuyết minh quy trình công nghệ

Nước thải được đưa qua song chắn rác nhằm loại bỏ một phần rác có kích thước lớn, rác từ đây được thu gom và đem đi chôn lấp. Sau đó nước thải được đưa qua bể lắng cát. Tại đây, lượng cát có trong nước thải sẽ lắng xuống và được đem đi san lấp. Nước từ bể lắng cát tiếp tục qua bể điều hòa để ổn định lưu lượng và nồng độ, tại bể điều hòa có sử dụng máy thổi khí để cung cấp O_2 cho quá trình phân hủy chất hữu cơ bằng vi sinh vật hiếu khí. Sau khi qua bể điều hòa, nước thải được đưa sang bể keo tụ, tại bể keo tụ bổ sung chất keo tụ PAC và trợ keo A101 để xảy ra quá trình đông keo tụ.

chất rắn lơ lửng trong nước thải. Sau đó, nước thải được bơm đến bể lắng đợt I để tách các bông keo. Bùn thu được tại đây là dạng bùn tươi, được bơm về bể nén bùn. Nước thải được tiếp tục bơm qua bể UASB. Trong bể UASB có lớp cặn tồn tại dạng lơ lửng chứa rất nhiều VSV kỵ khí. Nước thải sẽ tiếp xúc với các hạt cặn này và xảy ra phản ứng sinh hóa, phần lớn các chất hữu cơ chuyển thành khí (trong đó 70 – 80% là khí mêtan, 20 – 30% là khí cacbonic và một số loại khí khác). Nước thu được cho chảy qua bể lắng đợt II, sau đó khử trùng bằng Clorine trước khi đưa ra nguồn tiếp nhận.

b. Ưu điểm

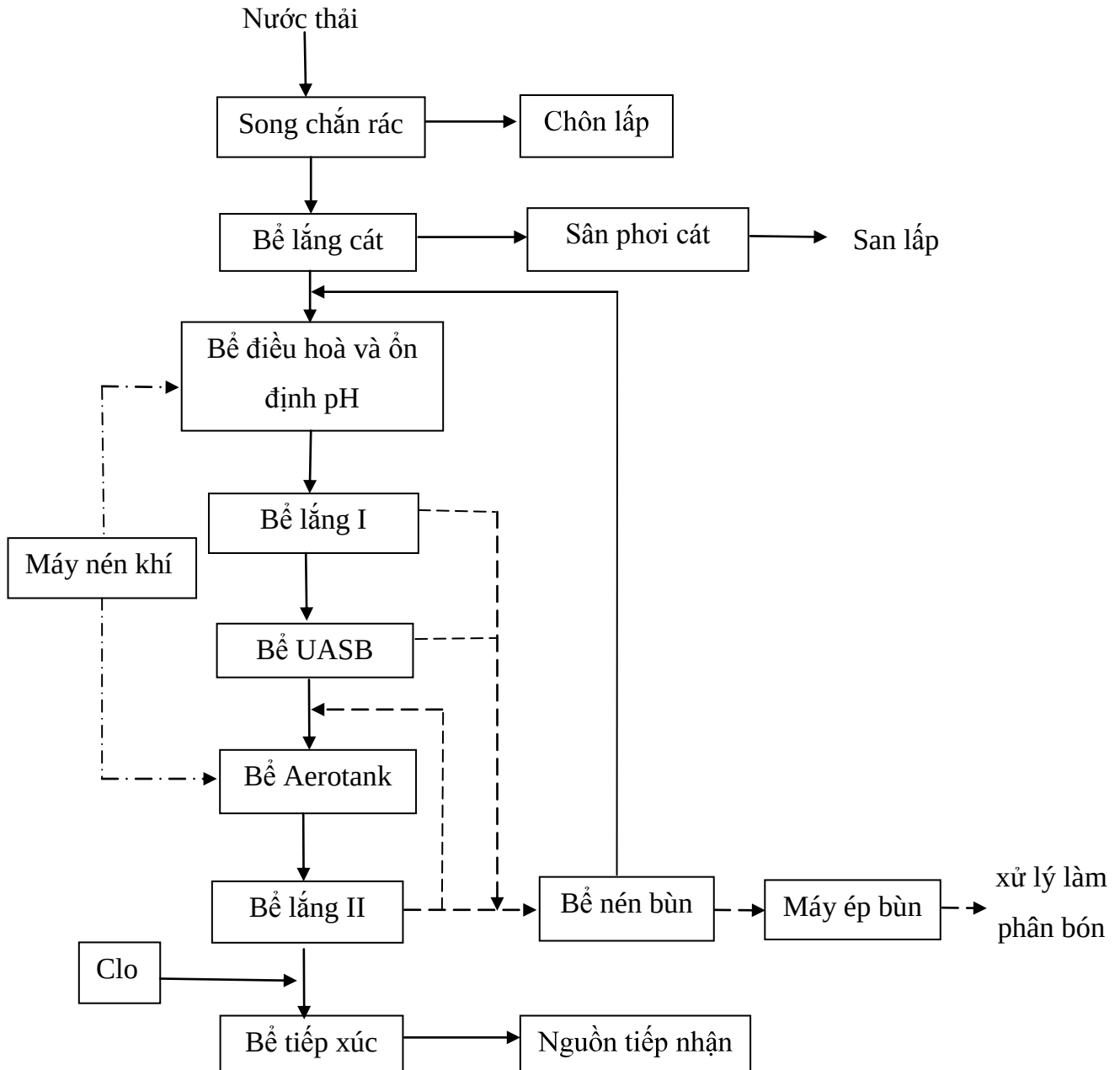
- Diện tích công trình nhỏ
- Thu được khí CH_4 phục vụ nhu cầu về năng lượng.

c. Nhược điểm

- Tồn kém chi phí hóa chất cho quá trình keo tụ
- Thời gian vận hành bể UASB khá lâu, vận hành phức tạp
- Khó kiểm soát trạng thái và kích thước hạt bùn

3.3.2. Phương án 2

Ngoài phương án 1 đã lựa chọn, nghiên cứu đề xuất phương án 2 để xử lý nước thải sản xuất bia. Do nước thải sản xuất bia chứa hàm lượng chất hữu cơ cao và hầu hết là chất hữu cơ dễ phân hủy, vì vậy lựa chọn phương pháp xử lý sinh học có thể xử lý được hàm lượng chất hữu cơ này. Khi hàm lượng chất hữu cơ dễ phân hủy rất cao thì nên lựa chọn kết hợp 2 phương pháp sinh học là kỵ khí và hiếu khí. Nghiên cứu lựa chọn bể UASB trong giai đoạn xử lý kỵ khí bởi thời gian phân hủy nhanh và hiệu quả xử lý cao. Sau bể UASB các chất hữu cơ phức tạp đã bị phân hủy thành chất hữu cơ đơn giản nên giai đoạn sau kỵ khí là bể Aeroten. Bể Aeroten được lựa chọn cho giai đoạn hiếu khí bởi ưu điểm về hiệu quả xử lý và hiệu quả kinh tế.



Hình 3.2. Sơ đồ công nghệ theo phương án 2

a. Thuyết minh qui trình công nghệ

Nước thải qua song chắn rác, tại đây rác có kích thước lớn được loại bỏ, rác được đưa đến nơi chôn lấp. Nước thải đến bể lắng cát ngang, các hạt cặn có thể lắng được sẽ được giữ lại ở đây, cát sẽ được mang đến sân phơi cát để mang đi chôn lấp hoặc san lấp. Nước thải được đưa đến bể điều hoà, tại đây nước thải được ổn định về lưu lượng và nồng độ, điều chỉnh pH về trung tính. Trong bể điều hòa có sử dụng máy nén khí để cung cấp O_2 cho quá trình phân huỷ các chất hữu cơ bằng vi sinh vật hiếu khí. Nước thải qua bể lắng I, hàm lượng SS giảm đi một cách đáng kể và cặn bùn được đưa về bể nén bùn. Nước thải tiếp tục được đưa qua bể UASB, tại đây thông số BOD

và COD giảm xuống một cách nhanh chóng. Khí thoát ra được tận dụng để cung cấp năng lượng cho quá trình sản xuất. Nước thải qua bể Aeroten, BOD và COD cũng giảm xuống, nước thải tiếp tục đến bể lắng II, lượng bùn dư sẽ được giữ lại, một phần bùn sẽ được tuần hoàn về bể Aeroten, một phần đưa qua bể nén bùn rồi đến máy ép bùn, bùn sau được xử lý làm phân bón. Nước thải từ bể lắng II được đưa đến bể tiếp xúc, tại đây nước được khử trùng bằng Clorine và thải ra nguồn tiếp nhận.

b. Ưu điểm

- Hiệu quả xử lý cao, nước sau khi xử lý có thể thải trực tiếp ra ngoài môi trường.
- Có thể thu hồi năng lượng ở bể UASB để cung cấp cho quá trình sản xuất.
- Bùn được xử lý để làm phân bón.

c. Nhược điểm

- Có nhiều công trình đơn vị do đó chi phí đầu tư cao.
- Chiếm một diện tích khá lớn.

3.4. Phân tích lựa chọn phương án

Phương án 1: sử dụng bể keo tụ để tăng vận tốc lắng của các hạt rắn có kích thước quá nhỏ. Tuy nhiên, chỉ áp dụng bể UASB để xử lý sinh học (xử lý kị khí) thì phải cần một thời gian dài để phân hủy các hợp chất phức tạp thành những chất hữu cơ đơn giản, nước sau xử lý vẫn còn mùi hôi thối.

Phương án 2: áp dụng cả 2 loại bể UASB và bể Aeroten để xử lý sinh học (xử lý kị khí kết hợp hiếu khí). Chọn xử lý UASB trước vì: BOD₅ trong nước thải ban đầu cao, phù hợp với xử lý kị khí. Trong phân hủy kị khí phần lớn các chất hữu cơ được phân hủy thành các chất khí bởi vậy lượng bùn phát sinh nhỏ. Bùn phát sinh do phân hủy kị khí nhầy hơn, dễ dàng tách nước hơn so với bùn hiếu khí. Do nhược điểm của bể UASB nên ta sử dụng bể Aeroten để xử lý tiếp theo. Để xử lý triệt để BOD và Nitơ tổng mà bể UASB không làm được. Do công đoạn xử lý bằng bể UASB đã giảm cơ bản hàm lượng chất hữu cơ nên cũng khắc phục được hạn chế của xử lý hiếu khí bằng bể Aeroten là lượng bùn phát sinh giảm đáng kể. Vì thế nước thải được xử lý triệt để hơn.

Dựa trên ưu nhược điểm của cả 2 phương án trên, xét về mặt kỹ thuật thì phương án 1 có cấu tạo phức tạp hơn, chi phí vận hành cao do tiêu tốn hóa chất keo tụ. Xét về mặt hiệu quả kinh tế và chất lượng nước thải đầu ra thì phương án 2 vẫn là lựa chọn tốt nhất.

CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN - THIẾT KẾ CÁC CÔNG TRÌNH ĐƠN VỊ

❖ Các chỉ tiêu nước thải đầu vào

- $BOD_5 = 2000 \text{ (mg/l)}$
- $COD = 3000 \text{ (mg/l)}$
- $SS = 300 \text{ (mg/l)}$
- Tổng P = 15 (mg/l)
- Tổng N = 45 (mg/l)

❖ Lưu lượng nước thải tính toán

Lưu lượng trung bình ngày đêm: $Q_{tb} = 500 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$

Lưu lượng trung bình giờ:

$$Q_{tb}^h = \frac{Q_{tb}}{24} = \frac{500}{24} = 20,833 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$$

Lưu lượng trung bình giây:

$$Q_{tb}^s = \frac{Q_{tb}}{24 \times 3600} = \frac{500}{24 \times 3600} = 5,787 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$$

Lưu lượng tính theo giờ lớn nhất:

$$Q_{\max}^h = Q_{tb}^h \times K^h = 20,833 \times 2,5 = 52,083 (\text{m}^3/\text{h}) = 0,014 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$$

Với K^h : là hệ số vượt tải theo giờ lớn nhất ($K = 1,5 - 3,5$). Chọn $K = 2,5$

4.1. Song chắn rác [7,8]**4.1.1. Mục đích**

Nước thải dẫn vào hệ thống xử lý nước trước hết phải qua song chắn rác. Tại đây các thành phần rác có kích thước lớn như: vụn, vỏ đồ hộp, lá cây ... được giữ lại. Nhờ đó tránh làm tắc nghẽn và bào mòn 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.

4.1.2. Tính toán song chắn rác

Chọn loại song chắn có kích thước khe hở $b = 16 \text{ mm}$

Tiết diện song chắn hình chữ nhật có kích thước: $s \times l = 8 \times 50 \text{ mm}$

Chiều sâu lớp nước ở song chắn rác lấy bằng chiều cao lớp nước của cống dẫn nước thải: chọn $h = 0,1 \text{ m}$

Số khe hở:

$$n = \frac{Q_{\max}^s}{v_s \times b \times h_1} \times k_z = \frac{0,014}{0,6 \times 0,016 \times 0,1} \times 1,05 \approx 15(\text{khe})$$

Trong đó:

n : số khe hở

$k_z = 1,05$ - hệ số tính đến mức độ cản trở dòng chảy

$Q_{\max}^s$: lưu lượng giầy lớn nhất của nước thải

v_s : tốc độ nước chảy qua song chắn rác (0,4-0,8 m/s); chọn $v_s = 0,6$ m/s

Chiều rộng của song chắn rác:

$$B_s = S \times (n - 1) + (b \times n) = 0,008 \times (15 - 1) + (0,016 \times 15) = 0,352(\text{m})$$

Trong đó: S là chiều dày thanh song chắn = 0,008m

Tổn thất áp lực qua song chắn rác:

$$h_s = \xi \times \frac{v_{\max}^2}{2g} \times k$$

Trong đó:

$v_{\max}$: vận tốc nước thải trước song chắn ứng với $Q_{\max}$, $v_{\max} = 0,6$ m/s

k : hệ số tính đến sự tăng tổn thất áp lực do rác bám, $k = 2 \div 3$. Chọn $k = 3$

ξ : hệ số tổn thất áp lực cục bộ, được xác định theo công thức:

$$\xi = \beta \times \left(\frac{S}{b}\right)^{4/3} \times \sin \alpha = 2,42 \times \left(\frac{0,008}{0,016}\right)^{4/3} \times \sin 60 = 0,832$$

Với: α : góc nghiêng đặt song chắn rác, chọn $\alpha = 60^\circ$

β : hệ số phụ thuộc hình dạng thanh đan, $\beta = 2,42$

Suy ra:

$$h_s = 0,832 \times \frac{(0,6)^2}{2 \times 9,81} \times 3 = 0,046(\text{m})$$



$\beta = 2,42$



$\beta = 1,83$



$\beta = 1,67$



$\beta = 1,97$



$\beta = 0,92$

Chiều dài phần mở rộng trước song chắn rác:

$$L_1 = \frac{B_s - B_k}{2 \tan \varphi} = \frac{0,352 - 0,2}{2 \tan 20} = 0,209(\text{m})$$

Trong đó:

B_k : bề rộng mương dẫn, chọn $B_k=0,2\text{m}$

ω : góc nghiêng chỗ mở rộng, thường lấy $\omega = 20^\circ$

Chiều dài phần mở rộng sau song chắn rác:

$$L_2 = 0,5 \times L_1 = 0,5 \times 0,209 = 0,105(\text{m})$$

Chiều dài xây dựng mương đặt song chắn rác:

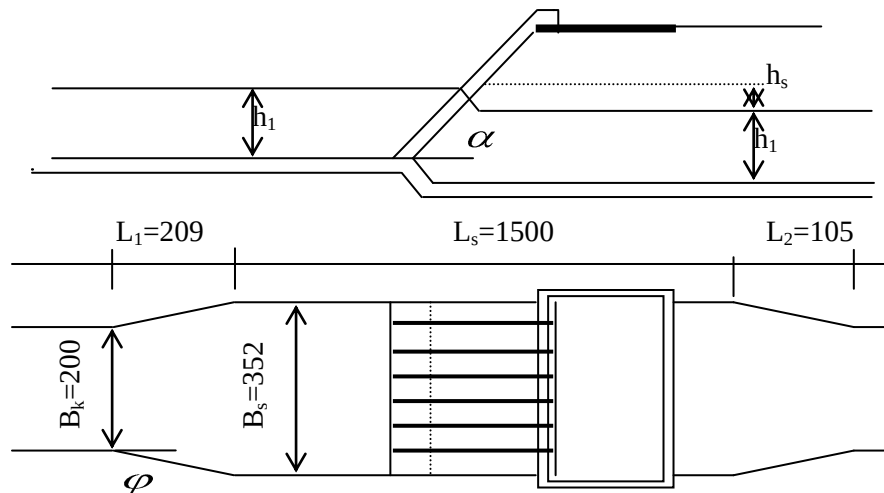
$$L = L_1 + L_2 + L_s = 0,209 + 0,105 + 1,5 = 1,814(\text{m})$$

L_s : chiều dài phần mương đặt song chắn rác, $L_s=1,5 \text{ m}$

Chiều sâu xây dựng mương đặt song chắn rác:

$$H = h_1 + h_s + h_{bv} = 0,1 + 0,046 + 0,5 = 0,646(\text{m})$$

h_{bv} : là chiều cao bảo vệ, chọn $h_{bv} = 0,5 \text{ m}$.



Hình 4.1. Sơ đồ song chắn rác thiết kế

4.2. Bể lắng cát [1,5]

4.2.1. Mục đích

Bể lắng cát ngang được thiết kế để loại bỏ các tạp chất vô cơ không hoà tan như cát, sỏi, xỉ và các vật liệu rắn khác có vận tốc lắng (hay trọng lượng riêng) lớn hơn các chất hữu cơ có thể phân huỷ trong nước thải.

Bể lắng cát ngang được thiết kế sao cho vận tốc chuyển động ngang của dòng chảy là $0,15 \text{ m/s} \leq v \leq 0,3 \text{ m/s}$ và thời gian lưu nước trong bể là $30\text{s} \leq t \leq 60\text{s}$ (Điều 6.3.20 TCXD 51 – 84).

4.2.2. Tính toán bể lắng cát ngang

Diện tích mặt thoáng bể lắng cát:

$$F = K \times \frac{Q_{\max}^s}{U_0} = 1,1 \times \frac{0,014}{0,0242} = 0,636(\text{m}^2)$$

Tỷ số giữa chiều dài và chiều cao phần công tác:

$$\frac{L}{H} = K \times \frac{v}{U_0} = 1,1 \times \frac{0,2}{0,0242} = 9,09$$

Chiều dài của bể: $L = 9,09 \times H = 9,09 \times 0,25 = 2,27 \text{ (m)}$

Chiều rộng bể:

$$B = \frac{F}{L} = \frac{0,636}{2,27} = 0,28 \text{ (m)}$$

Trong đó:

H: chiều cao công tác của bể lắng cát ngang 0,25m - 1m. Chọn $H = 0,25 \text{ m}$. (Điều 6.3.4 – TCXD 51-84)

U_0 : độ thô thủy lực của hạt cát (mm/s). Với điều kiện bể lắng cát giữ lại các hạt cát có đường kính = 0,25 mm, ta có $U_0 = 24,2 \text{ mm/s}$ (theo bảng 4-1/trang 33, “tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải” – TS.Trịnh Xuân Lai, 2000)

K: hệ số kinh nghiệm tính đến ảnh hưởng của dòng chảy rối cục bộ trong bể, với bể lắng cát ngang $K = 1,1$. (theo bảng 24-20 TCXD 51-84)

v: vận tốc chuyển động của nước trong bể lắng cát ngang. Chọn $v = 0,2 \text{ m/s}$

Chiều rộng máng:

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

Trong đó: $B = 0,28 \text{ m}$, $v = 0,2 \text{ m}$

m: hệ số lưu lượng của cửa tràn phụ thuộc vào góc tới. Chọn góc tới $\theta = 45^\circ$, $\cot\theta = 1$, chọn $m = 0,352$ (Bảng 4 – 2, “tính toán thiết kế công trình xử lý nước thải”, Trịnh Xuân Lai)

$Q_{\min}$, $Q_{\max}$: lưu lượng tối thiểu và tối đa đi qua bể lắng cát, khi đó tốc độ nước chảy qua bể là v không đổi

$$K = \frac{Q_{\min}}{Q_{\max}} = \frac{20,833}{52,083} = 0,4$$

$$Q_{\min}^h = 20,833 \times 1 = 20,833 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)$$

Với: 1 là hệ số an toàn theo giờ nhỏ nhất.

Vậy:

$$b = \frac{0,28 \times 0,2}{0,352 \times \sqrt{2 \times 9,81}} \times \sqrt{\frac{0,28 \times 0,2}{0,014}} \times \left(\frac{1 - 0,4^{\frac{2}{3}}}{1 - 0,4} \right)^{3/2} = 0,048(\text{m})$$

Độ chênh lệch đáy:

$$\Delta P = \frac{Q_{\max}^s}{B \times v} \times \frac{K - K^{2/3}}{1 - K^{2/3}} = \frac{0,014}{0,28 \times 0,2} \times \frac{0,4 - 0,4^{2/3}}{1 - 0,4^{2/3}} = 0,078(\text{m})$$

Lượng cát trung bình sau mỗi ngày đêm là:

$$W_c = \frac{Q_{tb} \times q_0}{1000} = \frac{500 \times 0,15}{1000} = 0,075(\text{m}^3/\text{ngàyđêm})$$

Trong đó: $q_0 = 0,15 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$ là lượng cát trong 1000 m^3 nước thải

Chiều cao lớp cát trong bể lắng cát ngang trong 1 ngày đêm:

$$h_c = \frac{W_c \times t}{L \times B \times n} = \frac{0,075 \times 1}{2,27 \times 0,28 \times 1} = 0,12(\text{m})$$

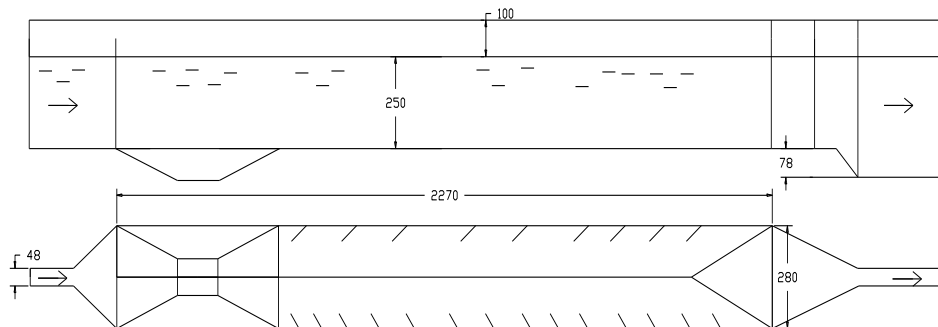
Với $t = 1$: ngày đêm là chu kỳ xả cát

$n = 1$: số đơn nguyên công tác của bể lắng cát

Chiều cao xây dựng của bể lắng cát ngang:

$$H_{xd} = H + h_c + h_{bv} = 0,25 + 0,1 + 0,1 = 0,45(\text{m})$$

Với $H_{bv} = 0,1 \text{ m}$ là chiều cao bảo vệ.



Hình 4.2. Mặt cắt và mặt bằng bể lắng cát ngang

❖ **Tính toán sân phơi cát**

Nhiệm vụ sân phơi cát là làm ráo nước trong hỗn hợp cát và nước cho dễ dàng vận chuyển cát đi nơi khác.

Chọn: chiều dài của sân phơi cát $L_s = 3\text{m}$

Chiều cao của sân phơi cát $H = 0,03\text{m}$

Thời gian phơi cát = chu kỳ xả cát = 1 ngày đêm

Thể tích cát $W_c = 0,075 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$

Chiều rộng của sân phơi cát:

$$B_s = \frac{W_c}{t \times H \times L_s} = \frac{0,075}{1 \times 0,03 \times 3} = 0,833(\text{m})$$

Vậy diện tích của sân phân cát là: $L_s \times B_s = 3\text{m} \times 0,833\text{m}$.

4.3. Bể điều hòa [4,8]

4.3.1. Mục đích

Lưu lượng và chất lượng nước thải từ công thu gom chảy về trạm xử lý nước thải, đặc biệt đối với dòng thải công nghiệp và dòng nước mưa thường xuyên dao động theo thời gian trong ngày. Khi hệ số không điều hòa $k \geq 1,4$ thì nên xây dựng bể điều hòa để đảm bảo cho công trình xử lý làm việc ổn định và đạt được giá trị kinh tế.

Có hai loại bể điều hòa: bể điều hòa lưu lượng và bể điều hòa chất lượng.

Mục đích xây dựng bể điều hòa:

- Giảm bớt sự dao động của hàm lượng các chất bẩn trong nước do quá trình sản xuất thải ra không đều.
- Tiết kiệm hóa chất để trung hòa nước thải.
- Giữ ổn định lưu lượng nước đi vào các công trình xử lý tiếp theo.

❖ Các thông số BOD, COD, SS sau bể điều hòa đạt:

$$\text{BOD} = 95\% \times 2000 = 1900 \text{ (mg/l)}$$

$$\text{COD} = 95\% \times 3000 = 2850 \text{ (mg/l)}$$

$$\text{SS} = 85\% \times 300 = 255 \text{ (mg/l)}$$

4.3.2. Tính toán bể điều hòa

Chọn thời gian lưu nước thải trong bể là 4 giờ.

Thể tích bể điều hòa:

$$V_{dh} = Q_{tb}^h \times t = 20,833 \times 4 = 83,332(\text{m}^3)$$

Thể tích thực tế của bể điều hòa: $V_{th} = 1,2 \times V_{dh} = 1,2 \times 83,332 = 100 \text{ (m}^3\text{)}$

Chọn bể hình chữ nhật, chiều dài bể: $L = 8\text{m}$, chiều rộng bể: $B = 5\text{m}$

Chiều cao bể:

$$H = \frac{V_{dh}}{L \times B} = \frac{83,332}{8 \times 5} = 2,083(\text{m})$$

Chiều cao xây dựng của bể điều hòa: $H_{xd} = H + H_{bv} = 2,083 + 0,5 = 2,583(\text{m})$

❖ **Tính toán hệ thống cấp khí cho bể điều hoà (bằng khí nén):** hệ thống cấp khí trong bể điều hoà tạo sự xáo trộn hoàn toàn và tránh gây mùi hôi thối.

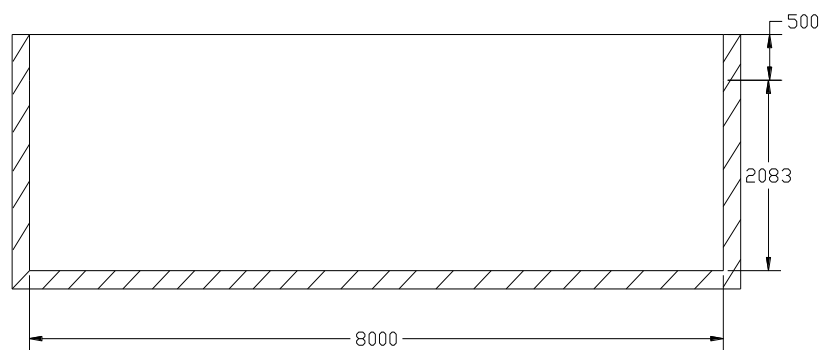
Lưu lượng khí cần cung cấp cho bể điều hoà:

$$Q_{\text{khí}} = V_{\text{đh}} \times q_{\text{kk}} = 83,332 \times 0,015 \times 60 = 75 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)$$

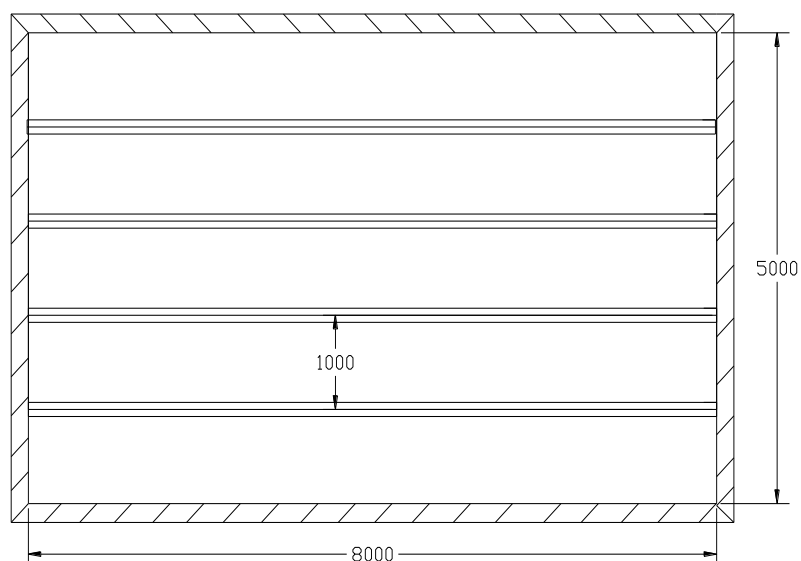
Trong đó:

q_{kk} : tốc độ cấp khí trong bể điều hoà, $q_{\text{kk}} = 0,01 - 0,015 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{phút}$, chọn $q_{\text{kk}} = 0,015 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{phút}$ (theo Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải – Trịnh Xuân Lai).

Chọn hệ thống cấp khí bằng nhựa PVC có đục lỗ, hệ thống gồm 1 ống chính, 4 ống nhánh với chiều dài mỗi ống là 8 m, đặt cách nhau 1 m.



Hình 4.3. Mặt cắt đứng bể điều hoà



Hình 4.4. Mặt cắt ngang bể điều hoà

Đường kính ống chính dẫn khí vào bể điều hòa:

$$d_{\text{ống chính}} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{\text{kk}}}{\pi \times v_{\text{ống}} \times 3600}} = \sqrt{\frac{4 \times 75}{\pi \times 10 \times 3600}} = 0,0515(\text{m}) = 51,5(\text{mm})$$

Trong đó: $v_{\text{ống}}$: vận tốc khí trong ống, $v_{\text{ống}} = 10 - 15 \text{ m/s}$. Chọn $v_{\text{ống}} = 10 \text{ m/s}$.

Đường kính ống nhánh dẫn khí vào bể điều hòa:

$$d_{\text{ống nhánh}} = \sqrt{\frac{4 \times q_{\text{ống}}}{\pi \times v_{\text{ống}} \times 3600}} = \sqrt{\frac{4 \times 18,75}{\pi \times 10 \times 3600}} = 0,0258(\text{m}) = 25,8(\text{mm})$$

Trong đó: $q_{\text{ống}}$: lưu lượng khí trong mỗi ống nhánh

$$q_{\text{ống}} = \frac{Q_{\text{kk}}}{4} = \frac{75}{4} = 18,75\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$$

Đường kính các lỗ phân phối khí vào bể điều hòa: $d_{\text{lỗ}} = 2 - 5 \text{ mm}$. Chọn $d_{\text{lỗ}} = 3\text{mm}$.

Vận tốc khí qua lỗ phân phối khí: $v_{\text{lỗ}} = 15 - 20 \text{ m/s}$. Chọn $v_{\text{lỗ}} = 15 \text{ m/s}$.

Lưu lượng khí qua mỗi lỗ phân phối khí:

$$q_{\text{lỗ}} = v_{\text{lỗ}} \times \frac{\pi \times d_{\text{lỗ}}^2}{4} \times 3600 = 15 \times \frac{\pi \times 0,003^2}{4} \times 3600 = 0,382\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$$

Số lỗ trên 1 ống nhánh:

$$N = \frac{q_{\text{ống}}}{q_{\text{lỗ}}} = \frac{18,75}{0,382} = 49,084(\text{lỗ})$$

Chọn $N = 49$ lỗ.

Số lỗ trên 1m chiều dài ống nhánh:

$$n = \frac{N}{8} = \frac{49}{8} = 6,125(\text{lỗ})$$

Chọn $n = 6$ lỗ/m ống.

❖ Xác định công suất thổi khí

Áp lực của khí nén:

$$P = \frac{10,33 + H_d}{10,33} = \frac{10,33 + 3,5}{10,33} = 1,338(\text{at})$$

Với: H_d : áp lực cần thiết cho hệ thống ống khí nén được xác định theo công thức:

$$H_d = h_d + h_c + h_f + H$$

Trong đó:

h_d : tổn thất áp lực do ma sát dọc theo chiều dài ống dẫn (m)

h_c : tổn thất cục bộ của ống phân phối khí

$$h_d + h_c \leq 0,4 \text{ m, chọn } h_d + h_c = 0,4 \text{ m}$$

h_f : tổn thất qua hệ thống phân phối khí

$$h_f \leq 0,5 \text{ m, chọn } h_f = 0,5 \text{ m}$$

H: độ ngập sâu của ống phân phối khí, lấy bằng chiều cao hữu ích của bể điều hòa

$$H = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Vậy: } H_d = 0,4 + 0,5 + 2,6 = 3,5 \text{ m}$$

Công suất máy nén khí được tính theo công thức:

$$N = \frac{34400 \times (P^{0,29} - 1) \times Q_{\text{khí}}}{102 \times \eta} = \frac{34400 \times (1,338^{0,29} - 1) \times 75}{102 \times 80 \times 3600} = 0,774 (\text{Kw/h})$$

Trong đó:

$Q_{\text{khí}}$: lưu lượng khí cung cấp cho bể, $Q_{\text{khí}} = 75 \text{ m}^3/\text{h}$

η : hiệu suất máy nén khí, chọn $\eta = 80\%$

❖ **Tính bơm để bơm nước thải**

Công suất của bơm được tính theo công thức:

$$N = \frac{Q \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{20,833 \times 1000 \times 9,81 \times 8}{1000 \times 0,8 \times 3600} = 0,57 (\text{Kw})$$

Với:

Q : lưu lượng nước thải, m^3/s .

H : chiều cao cột áp toàn phần, $H = 8 \text{ mH}_2\text{O}$.

ρ : khối lượng riêng của nước, kg/m^3 .

η : hiệu suất bơm, %. Chọn $\eta = 80\%$.

Công suất thực tế của máy bơm:

$$N_{tt} = 1,2 \times N = 1,2 \times 0,57 = 0,7 (\text{kW})$$

Chọn 2 bơm công suất 0,7 kW, 1 bơm hoạt động và 1 bơm dự phòng.

4.4. Bể lắng 1 [4,8]

4.4.1. Mục đích

Loại bỏ các tạp chất lơ lửng còn lại trong nước thải qua bể điều hòa. Ở đây các chất lơ lửng có tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng của nước sẽ lắng xuống đáy. Hàm lượng chất lơ lửng sau khi qua bể lắng đợt 1 cần đạt $\leq 150 \text{ mg/l}$.

Bảng 4.1. Các thông số cơ bản thiết kế cho bể lắng đợt I

Thông số	Giá trị	
	Khoảng dao động	Đặc trưng
Thời gian lưu nước, giờ	1,5 – 2,5	2,0
Tải trọng bề mặt, m ³ /m ² .ngày		
▪ Lưu lượng trung bình	31 - 50	40
▪ Lưu lượng cao điểm	81 - 122	89
Tải trọng máng thu, m ³ /m.ngày	124 - 490	248
Ổng trung tâm		
▪ Đường kính	15 – 20%D	
▪ Chiều cao	55 – 65%H	
Chiều sâu H của bể lắng, m	3 – 4,8	4,2
Đường kính D của bể lắng, m	3 - 60	12 - 45
Độ dốc đáy bể, mm/m	62 - 167	83
Tốc độ thanh gạt bùn, vòng/phút	0,02 – 0,05	0,03

[Nguồn: Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải – Trịnh Xuân Lai]

❖ **Các thông số sau khi ra khỏi bể lắng 1 phải đạt:**

$$\text{BOD} = 80\% \times 1900 = 1520 \text{ (mg/l)}$$

$$\text{COD} = 80\% \times 2850 = 2280 \text{ (mg/l)}$$

$$\text{SS} = 55\% \times 255 = 140,25 \text{ (mg/l)}$$

4.4.2. Tính toán bể lắng 1

Chọn bể lắng 1 dạng tròn, nước thải đi vào từ ống trung tâm, thu nước theo chu vi bể.

Thể tích tổng cộng của bể lắng 1 được xác định theo công suất:

$$W = Q_{\max}^h \times t = 52,083 \times 2 = 104,17 \text{ (m}^3\text{)}$$

Trong đó: t là thời gian lưu nước trong bể lắng, (t = 1,5 – 2,5h). Chọn t = 2 h.

Diện tích bề mặt cần thiết của bể lắng:

$$F = \frac{Q}{U_0} = \frac{500}{40} = 12,5(\text{m}^2)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng nước thải ($\text{m}^3/\text{ngđ}$)

U_0 : tải trọng bề mặt, chọn $U_0 = 40 (\text{m}^3/\text{m}^2.\text{ngày})$

Đường kính bể lắng:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 12,5}{\pi}} = 4(\text{m})$$

Đường kính ống trung tâm:

$$d = 20\% \times D = 20\% \times 4 = 0,8(\text{m})$$

Chọn: chiều sâu hữu ích của bể lắng $H = 3 \text{ m}$

Chiều cao lớp bùn lắng $h_b = 0,7 \text{ m}$

Chiều cao lớp trung hòa $h_{th} = 0,3 \text{ m}$

Chiều cao bảo vệ $h_{bv} = 0,5 \text{ m}$

Vậy chiều cao tổng cộng của bể lắng đợt 1 là:

$$H_{tc} = H + h_b + h_{th} + h_{bv} = 3 + 0,7 + 0,3 + 0,5 = 4,5 (\text{m})$$

Chiều cao ống trung tâm:

$$h = 60\% \times H = 60\% \times 3 = 1,8(\text{m})$$

❖ Kiểm tra lại thời gian lưu nước của bể lắng

Thể tích bể lắng:

$$W = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) \times H = \frac{\pi}{4} \times (4^2 - 0,8^2) \times 3 = 36,17(\text{m}^3)$$

Thời gian lưu nước:

$$t = \frac{W}{Q} = \frac{36,17 \times 24}{500} = 1,74(\text{h}) \in (1,5 - 2,5\text{h}) \rightarrow \text{thỏa mãn}$$

Tải trọng bề mặt:

$$U_0 = \frac{Q}{\pi \times D} = \frac{500}{\pi \times 4} = 39,8(\text{m}^3/\text{m}^2.\text{ngày})$$

$$U_0 = 31 - 50 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2.\text{ngày}} \right) \rightarrow \text{thỏa mãn}$$

❖ Tính toán lượng bùn sinh ra

Giả sử hiệu suất xử lý cặn lơ lửng đạt 45% ở tải trọng $40 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{ngày}$

Lượng bùn tươi sinh ra mỗi ngày

$$M_{ti} = 255 \text{gSS/m}^3 \times 500 \text{m}^3/\text{ngày} \times 0,45 \times \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}} = 57,4 \left(\frac{\text{kgSS}}{\text{ngày}} \right)$$

Giả sử bùn tươi của nước thải nhà máy bia có hàm lượng cặn 5% (tức là có độ ẩm 95%). Tỉ số VSS : SS = 0,8 và khối lượng riêng bùn tươi là 1,053kg/l.

Vậy lưu lượng bùn tươi cần phải xử lý là

$$Q_{ti} = \frac{57,4 \text{kg/ngày}}{0,05 \times 1,053 \text{kg/l}} = 1090 \left(\frac{\text{l}}{\text{ngày}} \right) = 1,09 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ngày}} \right)$$

Lượng bùn tươi có khả năng phân hủy sinh học

$$M_{ti(VSS)} = 0,8 \times 57,4 = 45,92 \left(\frac{\text{kgVSS}}{\text{ngày}} \right)$$

❖ **Tính bơm bùn đến bể nén bùn:** bơm 10 phút/ngày

$$N = \frac{Q_{ti} \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{1,453 \times 1053 \times 9,81 \times 10}{1000 \times 0,8 \times 10 \times 60} = 0,313 (\text{Kw})$$

Trong đó:

$Q_{tươi}$: lưu lượng bùn bơm đến bể nén bùn, m^3/s

H: chiều cao cột áp toàn phần, $H = 10 \text{ mH}_2\text{O}$

ρ : khối lượng riêng của bùn, $\rho = 1053 \text{ kg/m}^3$.

g: gia tốc trọng trường, $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$

η : hiệu suất của bơm, $\eta = 73\% - 90\%$. Chọn $\eta = 80\%$

Công suất thực tế của máy bơm:

$$N_{tt} = 1,2 \times N = 1,2 \times 0,313 = 0,3756 (\text{kw})$$

Chọn 1 bơm công suất 0,3756 kw để bơm bùn đến bể nén bùn.

❖ **Tính bơm từ bể lắng I sang bể UASB**

Công suất của bơm được tính theo công thức:

$$N = \frac{Q_{tb}^h \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{20,833 \times 1000 \times 9,81 \times 8}{1000 \times 0,8 \times 3600} = 0,57 (\text{kw})$$

Trong đó:

Q: lưu lượng nước thải, m^3/s

H: chiều cao cột áp toàn phần, $H = 8 \text{ mH}_2\text{O}$

ρ : khối lượng riêng của nước, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

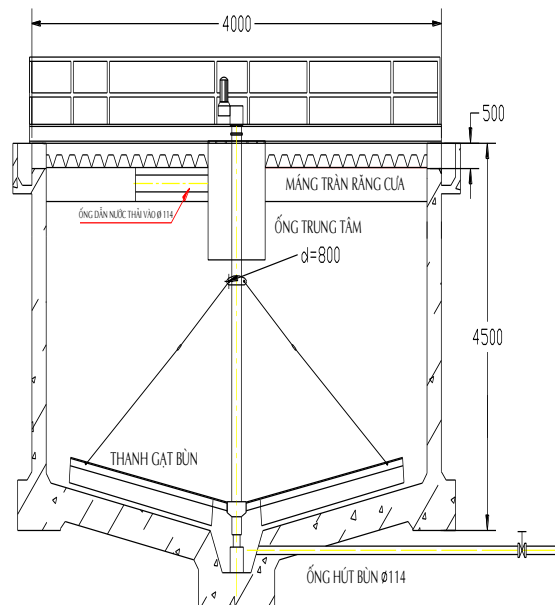
g: gia tốc trọng trường, $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$

η : hiệu suất của bơm, $\eta = 0,73 - 0,9$. Chọn $\eta = 0,8$

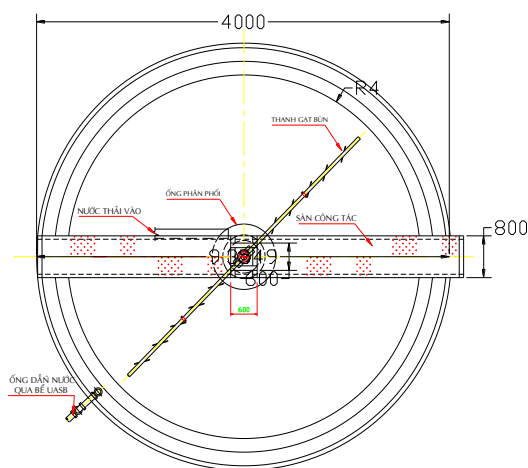
Công suất thực tế của máy bơm:

$$N_{tt} = 1,2 \times N = 1,2 \times 0,57 = 0,68 \text{ (kW)}$$

Chọn 2 bơm công suất 0,68 kw, 1 bơm hoạt động và 1 bơm dự phòng.



Hình 4.5. Mặt cắt bể lắng 1



Hình 4.6. Mặt bằng bể lắng 1

❖ **Tính toán máng thu**

Máng thu nước đặt ở vòng tròn, có đường kính bằng 0,8 đường kính bể:

$$D_m = 0,8 \times D = 0,8 \times 4 = 3,2 \text{ (m)}$$

Chiều dài máng thu nước:

$$L_m = \pi \times D_m = \pi \times 3,2 = 10(\text{m})$$

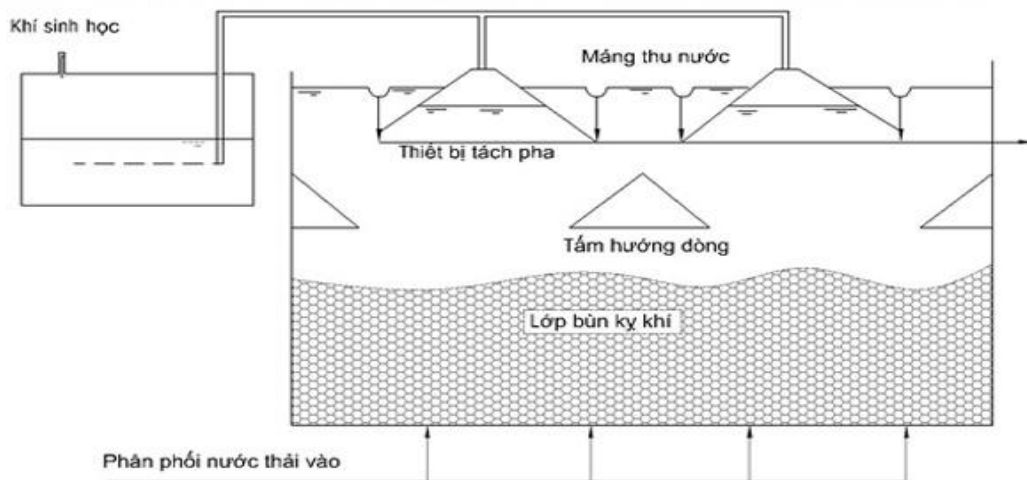
Chiều cao máng: $H_m = 0,5 \text{ m}$.

Máng bê tông cốt thép dày 100 mm, có lắp thêm máng răng cưa thép tấm không gỉ có dạng chữ V, góc 90° .

4.5. Bể UASB [4,9]

4.5.1. Mục đích

Bể UASB có nhiệm vụ làm giảm đáng kể COD, BOD trong nước thải bằng cách sử dụng lớp cặn lơ lửng (có chứa rất nhiều vi sinh vật yếm khí) trong dịch lên men nhờ hệ thống nước thải chảy từ phía dưới lên. Đồng thời tạo thuận lợi cho quá trình xử lý hiếu khí trong bể aeroten ở giai đoạn sau.



Hình 4.7. Sơ đồ cấu tạo bể UASB

❖ Chỉ tiêu đầu vào ở bể UASB

- BOD = 1520 (mg/l)
- COD = 2280 (mg/l)
- SS = 140,25 (mg/l)

4.5.2. Tính toán bể UASB

Chọn hiệu quả xử lý của bể UASB là 75%. Ta có tải lượng COD cần xử lý trong một ngày là:

$$G = \frac{Q \times \text{COD}_{\text{bd}} \times 75}{100} = \frac{500 \times 2280 \times 75}{100} \times \frac{1}{1000} = 855 \left(\frac{\text{kgCOD}}{\text{ngđ}} \right)$$

Tải trọng khử COD của bể:

$$L = 4 - 10 \text{ (kgCOD/m}^3 \cdot \text{ngđ)}, \text{ chọn } L = 10 \text{ (kgCOD/m}^3 \cdot \text{ngđ)}$$

(Bảng 12-1/trang 195, theo giáo trình Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải – NXB Xây Dựng – TS. Trịnh Xuân Lai)

Thể tích phần xử lý kỵ khí là:

$$V = \frac{G}{L} = \frac{855}{10} = 85,5(\text{m}^3)$$

Chọn tốc độ nước đi lên trong bể là $v_n = 0,9 \text{ m/h}$ (tiêu chuẩn là: $0,6 - 0,9 \text{ m/h}$, theo giáo trình Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải – NXB Xây Dựng – TS. Trịnh Xuân Lai)

Diện tích của bể là:

$$F = \frac{Q}{24 \times v_n} = \frac{500}{24 \times 0,9} = 23,148(\text{m}^2)$$

Chiều cao phần xử lý kỵ khí là:

$$H_1 = \frac{V}{F} = \frac{85,5}{23,148} = 3,7(\text{m})$$

Tổng chiều cao của bể là:

$$H = H_1 + H_2 + H_3 = 3,7 + 1,5 + 0,5 = 5,7 (\text{m})$$

Trong đó:

H_1 : chiều cao phần xử lý kỵ khí

H_2 : chiều cao vùng lắng. Để đảm bảo không gian an toàn cho bùn lắng xuống phía dưới thì chiều cao vùng lắng phải lớn hơn 1m. Chọn $H_2 = 1,5\text{m}$.

H_3 : chiều cao dự trữ, chọn $H_3 = 0,5\text{m}$.

Vậy kích thước xây dựng của bể là:

Chọn bể hình chữ nhật: $l \times b = 6 \times 4$

Thể tích thực của bể:

$$V_t = a \times a \times H = 6 \times 4 \times 5,7 = 136,8(\text{m}^3)$$

Với: chiều cao lắng: $H_{\text{lắng}} \geq 1\text{m}$, chọn $H_{\text{lắng}} = 1,5 \text{ m}$

Thời gian lưu nước trong bể:

$$t = \frac{V}{Q} \times 24$$

Trong đó : $V = H \times F = (3,7 + 1,5) \times 24 = 124,8(\text{m}^3)$

$$Q = 500 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Vậy:

$$t = \frac{V}{Q} \times 24 = \frac{124,8}{500} \times 24 \approx 6(\text{h})$$

(phù hợp tiêu chuẩn là từ 5 – 8h)

❖ **Tính chi tiết bể UASB**

▪ Tính ngăn lắng:

Trong bể UASB, bố trí các tấm chắn khí và các tấm hướng dòng. Chia làm 2 ngăn lắng trong bể UASB.

Nước thải khi đi vào ngăn lắng sẽ được tách khí bằng các tấm tách khí đặt nghiêng so với phương ngang 1 góc $45^0 \div 60^0$. Chọn góc nghiêng giữa tấm chắn khí với phương ngang là 55^0 .

Tổng chiều cao của toàn bộ ngăn lắng $H_{lắng}$ (kể cả chiều cao vùng lắng) và chiều cao dự trữ chiếm trên 30% tổng chiều cao bể.

Ta có:

$$Tg55^0 = \frac{H_{lắng} + H_3}{\frac{1}{4}}$$

Suy ra : $H_{lắng} + H_3 = Tg55^0 \times 1/4 = Tg55^0 \times 6/4 = 2,14(m)$

Vậy chiều cao phần lắng : $H_{lắng} = 2,14 - 0,5 = 1,64(m)$

Kiểm tra lại:

$$\frac{(H_{lắng} + H_3)}{H_{bể}} \times 100\% = \frac{2,14}{5,7} \times 100\% = 37,54\% > 30\%$$

Vậy chiều cao xác định được là thích hợp.

Thời gian lưu nước trong ngăn lắng:

$$t_{lắng} = \frac{V_{lắng}}{Q/2} \times 24 = \frac{\frac{1}{2} \times l \times b \times H_{lắng}}{Q/2} \times 24$$

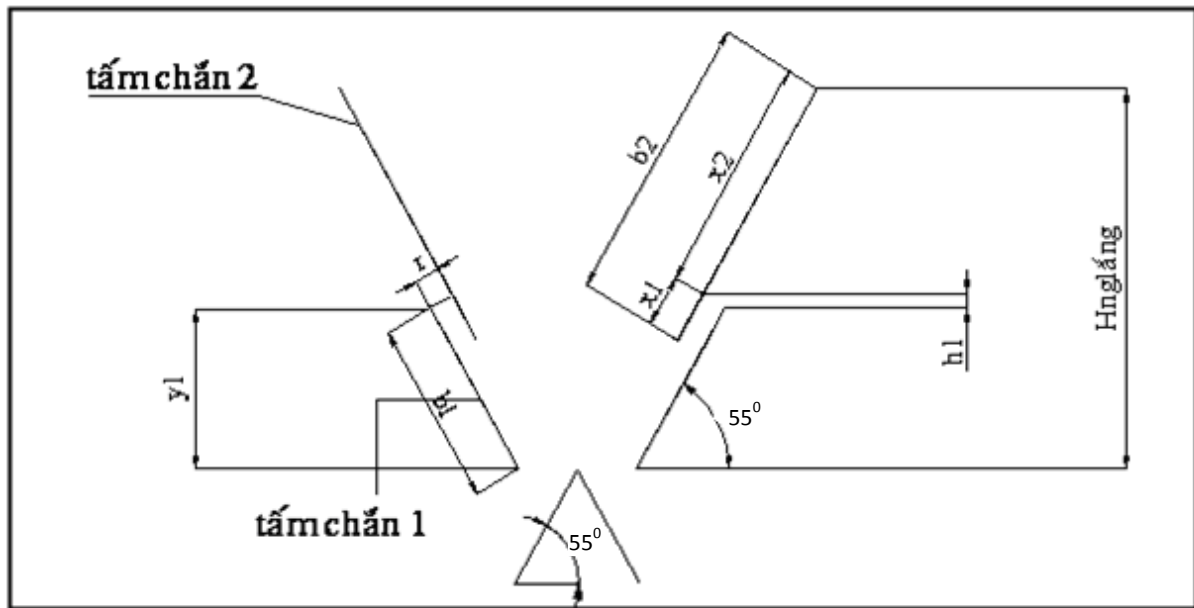
$$t_{lắng} = \frac{\frac{1}{2} \times 6 \times 4 \times 1,64}{500/2} \times 24 = 1,89(h) > 1(h)$$

(tiêu chuẩn $t_{lắng} \geq 1h$ theo giáo trình *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải* – NXB Xây Dựng – TS. Trịnh Xuân Lai)

▪ Tính toán tấm chắn khí:

Chọn khe hở giữa các tấm chắn khí và giữa tấm chắn khí với tấm hướng dòng là như nhau.

Tổng diện tích giữa các khe hở này chiếm 15 – 20% tổng diện tích bể. Chọn $S_{khe} = 0,18 S_{bể}$.



Hình 4.8. Tấm chắn khí và hướng dòng bể UASB

Trong 2 ngăn có 8 khe hở, diện tích của mỗi khe:

$$S_{\text{khe}} = \frac{0,18 \times S_{\text{bể}}}{8} = \frac{0,18 \times 24}{8} = 0,54(\text{m}^2)$$

Bề rộng của khe hở:

$$r_{\text{khe}} = \frac{S_{\text{khe}}}{b} = \frac{0,54}{4} = 0,135(\text{m}) = 135(\text{mm})$$

- Tấm chắn 1:

Chiều dài: $l_1 = b = 4000 \text{ (mm)}$

Chiều rộng: chọn $b_1 = 1000 \text{ (mm)}$

Chiều cao: $y_1 = b_1 \times \sin 55^\circ = 1000 \times \sin 55^\circ = 819 \text{ (mm)}$

- Tấm chắn 2:

Chiều dài: $l_2 = b = 4000 \text{ (mm)}$

Chiều rộng: $b_2 = x_1 + x_2$

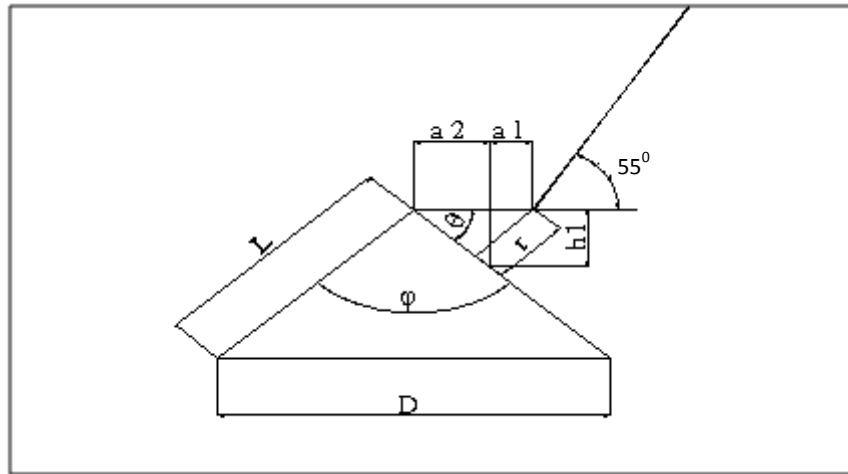
$h_1 = r_{\text{khe}} \times \sin (90^\circ - 55^\circ) = 135 \times \sin 35^\circ = 77 \text{ (mm)}$

$x_1 = 400 \text{ (mm)}$

$$x_2 = \frac{H_{\text{lăng}} - (h_1 + y_1)}{\sin 55^\circ} = \frac{1640 - (77 + 819)}{\sin 55^\circ} = 744(\text{mm})$$

$b_2 = 400 + 744 = 1144 \text{ (mm)}$

▪ Tính toán tấm hướng dòng:

**Hình 4.9. Tầm hướng dòng bể UASB**

Khoảng cách từ đỉnh tam giác của tấm hướng dòng đến tấm chắn 1:

$$l = \frac{r_{khe}}{\cos(90^\circ - 55^\circ)} = \frac{135}{\cos 35^\circ} = 165(\text{mm})$$

$$a_1 = r_{khe} \times \cos 55^\circ = 135 \times \cos 55^\circ = 77 (\text{mm})$$

$$a_2 = l - a_1 = 165 - 77 = 88 (\text{mm})$$

$$h = r_{khe} \times \sin 55^\circ = 135 \times \sin 55^\circ = 111 (\text{mm})$$

$$\text{tg} \theta = \frac{h}{a_2} = \frac{111}{88} \rightarrow \theta = 52^\circ$$

$$\varphi = 180^\circ - 2 \times \theta = 180^\circ - 2 \times 52^\circ = 76^\circ$$

Đoạn nhô ra của tấm hướng dòng nằm bên dưới khe hở từ 100 – 200 mm. Chọn mỗi bên nhô ra 150 mm.

Chiều rộng tấm hướng dòng:

$$D = (2 \times l) + (2 \times 150) = (2 \times 165) + (2 \times 150) = 630 (\text{mm})$$

Chiều dài tấm hướng dòng:

$$L = \frac{D/2}{\sin 55^\circ} = \frac{630/2}{\sin 55^\circ} = 385(\text{mm})$$

- Tính hệ thống phân phối nước:

Đối với bể UASB có tải trọng chất bẩn hữu cơ $L > 4 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{ngđ}$ thì từ 2m^2 diện tích bể trở lên sẽ được bố trí một vị trí phân phối nước.

Chọn $2,5\text{m}^2$ cho một vị trí phân phối nước.

Số vị trí phân phối nước:

$$n = \frac{F}{2,5} = \frac{24}{2,5} = 9,6$$

Chọn $n = 10$ vị trí.

Nước thải dẫn vào bể UASB qua 3 ống nhánh, chọn vận tốc dòng chảy qua ống nhánh là 1 m/s (theo giáo trình *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải – NXB Xây Dựng – TS. Trịnh Xuân Lai*).

Đường kính ống chính:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{24 \times 3600 \times \pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 500}{24 \times 3600 \times \pi \times 1}} = 0,086(\text{m}) = 86(\text{mm})$$

Chọn đường kính ống chính $D = 90 \text{ mm}$, làm bằng nhựa PVC.

Đường kính ống nhánh:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{24 \times 3600 \times \pi \times v \times 3}} = \sqrt{\frac{4 \times 500}{24 \times 3600 \times \pi \times 1 \times 3}} = 0,0496(\text{m})$$

$$= 49,6(\text{mm})$$

Chọn đường kính ống nhánh $d = 50 \text{ mm}$.

Chọn lỗ phân phối nước có đường kính lỗ $d_{lỗ} = 10 \text{ mm}$, vận tốc nước qua lỗ là $0,8 \text{ m/s}$

Lưu lượng nước qua một lỗ:

$$q = v \times \frac{\pi \times d_{lỗ}^2}{4} = 0,8 \times 3600 \times \frac{\pi \times 0,01^2}{4} = 0,226\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$$

- Tính máng thu nước:

Bố trí máng thu nước kết hợp với máng răng cưa đặt ở tâm bể và dọc theo chiều rộng bể. Máng thu nước được tạo độ dốc để dẫn nước thải về cuối bể rồi theo ống dẫn theo cơ chế tự chảy, chảy sang hồ làm thoáng.

Máng thu nước tiết diện hình chữ nhật: $d \times r$ với $d = 2r$

Độ dốc máng: $i = 1/200$

Lưu lượng vào máng: $Q_{\text{máng}} = Q = 500 \text{ m}^3/\text{ngđ.}$

Ta có:

$$Q_{\text{máng}} = \omega \times C \times \sqrt{R \times i}$$

Trong đó:

$$\omega = d \times r$$

$$\lambda = d + 2 \times r$$

$$R = \frac{\omega}{\lambda} = \frac{d \times r}{d + 2 \times r} = \frac{r}{2}$$

$$C = \frac{1}{n} \times R^{1/6}$$

$$\rightarrow r^{16/6} = \frac{Q_{\text{máng}} \times n}{2 \times (0,5)^{2/3} \times i^{1/2}} = \frac{500 \times 0,014}{24 \times 3600 \times 2 \times (0,5)^{2/3} \times \left(\frac{1}{200}\right)^{1/2}}$$

$$\rightarrow r = 0,072(\text{m}) = 72(\text{mm})$$

Chọn kích thước máng: $r = 80 \text{ mm}$

$d = 160 \text{ mm}$

▪ Tính thanh răng cửa

Chiều cao răng cửa : 60 mm

Dài đoạn vát đỉnh răng cửa: 40 mm

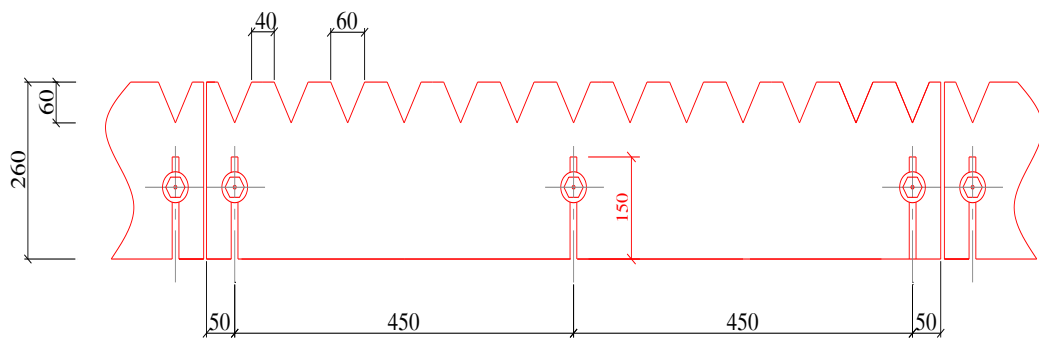
Chiều cao cả thanh : 260 mm

Khe dịch chuyển:

Cách nhau : 450 mm

Bề rộng khe : 12 mm

Chiều cao : 150 mm



Hình 4.10. Thanh răng cửa bể UASB

❖ Tính lượng bùn và lượng khí sinh ra

Lượng bùn nuôi cấy ban đầu vào bể (TS = 5%)

$$M_b = \frac{C_{ss} \times V}{TS} = \frac{30 \times 85,5}{0,05} \times \frac{1\text{ tấn}}{1000\text{kg}} = 51,3(\text{tấn})$$

Trong đó:

C_{ss} : hàm lượng bùn trong bể, $C_{ss} = 30 \text{ kg/m}^3$ (theo “Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp” - Lâm Minh Triết).

V : thể tích phần xử lý kỵ khí, m^3

TS: hàm lượng chất rắn trong bùn nuôi cấy ban đầu.

COD của nước thải sau khi xử lý kỵ khí:

$$\text{COD}_{\text{ra}} = (1 - E_{\text{COD}}) \times \text{COD}_{\text{vào}} = (1 - 0,7) \times 2280 = 684 \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

Chọn hiệu quả xử lý COD sau khi qua bể UASB là 70%. (theo bảng 1-11/trang 29, *Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp*, Lâm Minh Triết).

BOD₅ của nước thải sau khi xử lý kỵ khí:

$$\text{BOD}_{\text{ra}} = (1 - E_{\text{BOD}}) \times \text{BOD}_{\text{vào}} = (1 - 0,65) \times 1520 = 532 \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

Chọn hiệu quả xử lý BOD sau khi qua bể UASB là 65%. (theo bảng 1-11/trang 29, *Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp*, Lâm Minh Triết).

SS của nước thải sau xử lý kỵ khí:

$$\text{SS} = (1 - E_{\text{SS}}) \times \text{SS}_{\text{vào}} = (1 - 0,4) \times 140 = 84 \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

Chọn hiệu quả xử lý SS sau khi qua bể UASB là 40%.

Lượng sinh khối hình thành mỗi ngày:

$$P_x = \frac{Y \times [(S_0 - S) \times Q]}{1 + k_d \times \theta_c}$$

$$P_x = \frac{0,04 \times [(2280 - 684) \times 500]}{1 + (0,05 \times 90)} \times \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} = 5,8 \left(\frac{\text{kgVSS}}{\text{ngày}} \right)$$

Trong đó:

Y: hệ số sản lượng sinh tế bào, Y = 0,04 g VSS/g COD

θ_c : thời gian lưu bùn (35 – 100 ngày), chọn $\theta_c = 90$ ngày

Q : lưu lượng trung bình ngày, Q = 500 m³/ngàyđêm

S₀, S: lượng COD đầu vào và đầu ra của bể, mg/l

K_d : hệ số phân hủy nội bào, K_d = 0.05 ngày⁻¹

Thể tích khí mêtan sinh ra mỗi ngày:

$$V_{\text{CH}_4} = 159 \times [(S_0 - S) \times Q_b - 1,42P_x]$$

$$V_{\text{CH}_4} = 350,84 \times \left[(2280 - 684) \times 500 \times \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} - 1,42 \times 5,8 \right] = 277080 \left(\frac{\text{l}}{\text{ngày}} \right)$$

$$= 277,08 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ngày}} \right)$$

Trong đó:

V_{CH_4} : thể tích khí mêtan sinh ra ở đktc ($t = 0^\circ C$, $p = 1 \text{ atm}$)

Q : lưu lượng vào bể kỵ khí, $m^3/\text{ngày}$

P_x : sinh khối tế bào sinh ra mỗi ngày, $kgVSS/\text{ngày}$

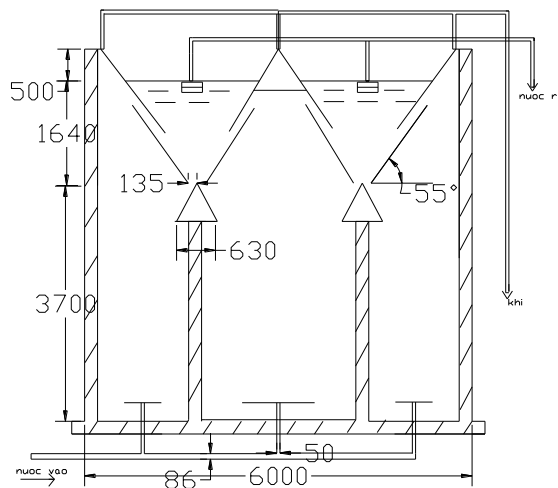
350,84: hệ số chuyển đổi lý thuyết lượng khí mêtan sản sinh từ 1 $kg BOD_L$ chuyển hoàn toàn thành khí mêtan và CO_2 , lít $CH_4/kgBOD_L$

Lượng bùn bơm ra mỗi ngày:

$$Q_w = \frac{P_x}{0,75 \times C_{ss}} = \frac{5,8}{0,75 \times 30} = 0,26 \left(\frac{m^3}{\text{ngày}} \right)$$

Lượng chất rắn từ bùn dư:

$$M_{ss} = Q_w \times C_{ss} = 0,26 \times 30 = 7,8 \left(\frac{kgSS}{\text{ngày}} \right)$$



Hình 4.11. Mặt cắt bể UASB

4.6. Bể Aeroten [4,9]

4.6.1. Mục đích

Nước thải sau khi xử lý ở bể UASB được dẫn tiếp đến bể Aeroten. Tại đây, các chất hữu cơ chưa được phân hủy hoàn toàn nhờ quá trình phân hủy kỵ khí tiếp tục được các vi sinh vật trong bể Aeroten phân hủy hiếu khí.

❖ Các số liệu tính toán bể Aeroten:

- Lưu lượng trung bình của nước thải trong một ngày đêm: $Q = 500 m^3/\text{ngđ}$
- BOD_5 đầu vào = 532 mg/l
- COD đầu vào = 684 mg/l
- SS đầu vào = 84 mg/l

- Lượng bùn hoạt tính trong nước thải đầu ở đầu vào bể $X_0 = 0$

Giả sử theo kết quả thực nghiệm ta tìm được các thông số động học sau:

- $Y = 0,46\text{mgVSS/mgBOD}_5$; $k_d = 0,06\text{ngày}^{-1}$
- Nồng độ bùn hoạt tính tuần hoàn (tính theo chất rắn lơ lửng) $X_r = 10000\text{ mg/l}$

Có thể áp dụng các điều kiện sau để tính toán quá trình bùn hoạt tính xáo trộn hoàn toàn:

- Tỷ số $\text{MLVSS/MLSS} = 0,85$
- Hàm lượng bùn hoạt tính trong bể aeroten $\text{MLVSS} = 3500\text{mg/l}$
- Thời gian lưu bùn trung bình $\theta_c = 8\text{ ngày}$
- Nước thải sau lắng đạt tiêu chuẩn loại B, BOD_5 ở đầu ra 50mg/l .
- Giả sử hiệu quả xử lý SS ở bể Aeroten là 60%, vậy SS ở đầu ra là: $84 \times 40\% = 33,6\text{ (mg/l)}$, trong đó 65% cặn dễ phân hủy sinh học.
- Tỷ số $\text{BOD}_5/\text{BOD}_L = 0,67$
- Hàm lượng bùn hoạt tính lắng xuống đáy bể lắng có hàm lượng chất rắn 0,8% và khối lượng riêng là $1,008\text{kg/L}$;
- Hiệu suất chuyển hóa oxi của thiết bị khuấy tán là 8%, hệ số an toàn là 1,5;
- Oxi chiếm 21% trọng lượng thể tích không khí và khối lượng riêng không khí là $1,2\text{kg/m}^3$
- Đô tro của cặn hữu cơ lơ lửng ra khỏi bể lắng là 0,3 (70% là cặn bay hơi)
- Loại và chức năng của bể: bể aeroten khuấy trộn hoàn toàn
- Nước thải điều chỉnh sao cho: $\text{BOD} : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1$

(theo trang 511 – giáo trình "Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp – tính toán thiết kế công trình" - Lâm Minh Triết, Nguyễn Phước Dân, Nguyễn Thanh Hùng)

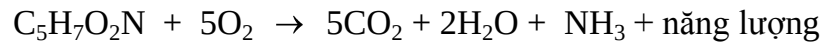
4.6.2. Xác định kích thước bể Aeroten

Xác định BOD_5 hòa tan trong nước thải đầu ra tính theo công thức:

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

Lượng cặn có thể phân hủy sinh học: $0,65 \times 33,6 = 21,84\text{ (mg/l)}$

Lượng oxi cần cung cấp để oxi hoá hết lượng cặn này được tính dựa vào phương trình phản ứng:



$$113\text{mg} \quad 160\text{mg}$$

$$1\text{mg} \quad 1,42\text{mg}$$

(lượng oxi cung cấp này chính là BOD_{20} , chuyển đổi từ $\text{BOD}_{20} \rightarrow \text{BOD}_5$)

Vậy BOD hoàn toàn của chất rắn có khả năng phân huỷ sinh học ở đầu ra là:

$$21,84 \times 1,42 \text{ (mg O}_2 \text{ tiêu thụ/mg tế bào bị oxi hóa)} = 31 \text{ (mg/l)}$$

BOD_5 của cặn lơ lửng của nước thải sau lắng II:

$$\text{BOD}_5 = \text{BOD}_L \times 0,68 = 31 \times 0,68 = 21,08 \text{ (mg/l)}$$

BOD_5 hòa tan của nước thải sau lắng II:

$$50 = S + 21,08$$

Suy ra: $S = 28,92 \text{ (mg/l)}$

Hiệu quả xử lý tính theo BOD_5 hòa tan:

$$E_0 = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100 = \frac{532 - 28,92}{532} \times 100 \approx 95\%$$

Với S_0 là hàm lượng BOD_5 ở đầu vào bể aeroten.

Hiệu quả xử lý BOD_5 tổng cộng:

$$E = \frac{532 - 50}{532} \times 100 \approx 90\%$$

Thể tích bể aeroten tính theo công thức sau:

$$V = \frac{\theta_c \times Q \times Y \times (S_0 - S)}{X \times (1 + k_d \times \theta_c)}$$

Trong đó:

θ_c : thời gian lưu bùn, chọn $\theta_c = 8$ ngày

Q : lưu lượng trung bình ngày, $Q = 500\text{m}^3/\text{ngày}$

Y : hệ số sản lượng bùn, $Y = 0,46 \text{ mgVSS/mg BOD}_5$

S_0 : hàm lượng BOD_5 dẫn vào aeroten, $S_0 = 532 \text{ mg/l}$

S : hàm lượng BOD_5 hoà tan của nước thải dẫn ra khỏi aeroten,
 $S = 28,92 \text{ mg/l}$.

X : nồng độ chất lơ lửng dễ bay hơi trong hỗn hợp bùn hoạt tính,
 $X = 3500 \text{ mg/l}$.

k_d : hệ số phân huỷ nội bào, chọn $k_d = 0,06 \text{ ngày}^{-1}$.

$$V = \frac{8 \times 500 \times 0,46 \times (532 - 28,92)}{3500 \times (1 + 0,06 \times 8)} = 179(\text{m}^3)$$

Thời gian lưu nước trong bể là:

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{179}{500} = 0,358(\text{ngày}) \approx 8,6(\text{h})$$

Bảng 4.2. Các kích thước điển hình của Aeroten xáo trộn hoàn toàn

Thông số	Giá trị
Chiều cao hữu ích (m)	3,0 – 4,6
Chiều cao bảo vệ (m)	0,3 – 0,6
Khoảng cách từ đáy đến đầu khuếch tán khí(m)	0,45 – 0,75
Tỉ số rộng : sâu (W : H)	1:1 – 2,2:1

Chọn chiều cao hữu ích của bể là $h_{hi} = 4\text{m}$, chiều cao bảo vệ là $h_{bv} = 0,5\text{m}$. Vậy chiều cao tổng cộng của bể là:

$$H_{tc} = 4 + 0,5 = 4,5 (\text{m})$$

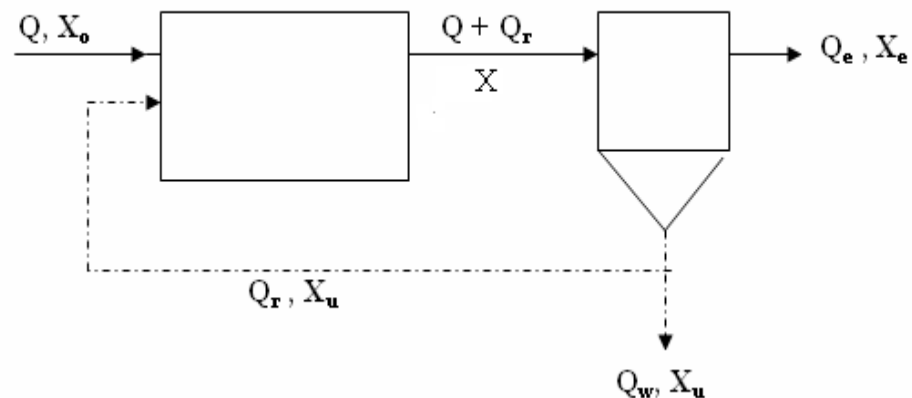
Chọn chiều rộng của bể là $B = 5 \text{ m}$

Vậy chiều dài của bể:

$$L = \frac{V}{B \times H_{tc}} = \frac{179}{5 \times 4,5} = 7,96(\text{m})$$

Vậy kích thước bể aeroten được xác định: $L \times B \times H = 7,96\text{m} \times 5\text{m} \times 4,5\text{m}$

4.6.3. Tính toán lượng bùn dư thải bỏ mỗi ngày, lưu lượng bùn tuần hoàn



Hình 4.12. Sơ đồ làm việc bể Aeroten

Giả sử bùn dư được xả bỏ (dẫn đến bể nén bùn) từ đường ống dẫn bùn tuần hoàn và hàm lượng chất rắn lơ lửng dễ bay hơi (MLVSS) trong bùn ở đầu ra chiếm 80% hàm lượng chất rắn lơ lửng (MLSS). Khi đó lưu lượng bùn dư thải bỏ được tính dựa vào công thức:

$$\theta_c = \frac{V \times X}{Q_w \times X_r + Q_c \times X_c}$$

Trong đó:

V : thể tích aeroten, $V = 179 \text{ m}^3$

X : nồng độ MLVSS trong hỗn hợp bùn hoạt tính ở bể aeroten,
 $X = 3500 \text{ mg/l}$.

Q_w : lưu lượng bùn thải, m^3 .

X_r : nồng độ MLVSS có trong bùn hoạt tính tuần hoàn

$X_r = 0,85 \times 10000 = 8500 \text{ (mg/l)}$

$X_c = 33,6 \times 0,7 = 23,52 \text{ (mg/l)}$

(0,7 là tỷ lệ lượng cặn bay hơi trong tổng số cặn hữu cơ, cặn không tro)

Q_c : lưu lượng nước thải ra khỏi bể lắng II, $Q_c = Q = 500 \text{ m}^3/\text{ngày}$

Từ đó tính được:

$$Q_w = \frac{(V \times X) - (\theta_c \times Q_c \times X_c)}{\theta_c \times X_r}$$

$$Q_w = \frac{(179 \times 3500) - (8 \times 500 \times 23,52)}{8 \times 8500} = 7,83 \text{ (m}^3/\text{ngày)}$$

❖ **Tính hệ số tuần hoàn α**

Từ phương trình cân bằng vật chất viết cho bể lắng II (xem như lượng chất hữu cơ bay hơi ở đầu ra của hệ thống là không đáng kể), ta có:

$$X \times (Q + Q_r) = X_r \times Q_r + X_r \times Q_w$$

→ Lưu lượng bùn tuần hoàn:

$$Q_r = \frac{X \times Q - X_r \times Q_w}{X_r - X} = \frac{3500 \times 500 - 8500 \times 7,83}{8500 - 3500} = 337 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ngđ}} \right)$$

Vậy, ta có:

$$\alpha = \frac{Q_r}{Q} = \frac{337}{500} = 0,67$$

(Công thức 6-5/trang 93 – Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải – TS.Trịnh Xuân Lai)

❖ Kiểm tra tỷ số F/M và tải trọng hữu cơ

Tỷ số F/M (tỷ số khối lượng chất nền / khối lượng bùn hoạt tính) xác định theo công thức sau:

$$\frac{F}{M} = \frac{S_0}{X \times \theta} = \frac{532}{3500 \times 0,358} = 0,42 \left(\frac{\text{mgBOD}_5}{\text{mgbùn.ngày}} \right)$$

Tải trọng thể tích:

$$L = \frac{S_0 \times Q}{V} \times 10^{-3} = \frac{532 \times 500}{179} \times 10^{-3} = 1,49 \left(\frac{\text{kgBOD}_5}{\text{m}^3.\text{ngày}} \right)$$

Cả hai giá trị này đều nằm trong giá trị cho phép đối với aeroten xáo trộn hoàn toàn:

$$F/M = 0,2 - 0,6$$

$$L_{\text{BOD}} = 0,8 - 1,9$$

4.6.4. Xác định lượng không khí cần thiết cung cấp cho Aeroten

Ta có hệ số tạo bùn từ việc khử BOD₅:

$$Y_{\text{obs}} = \frac{Y}{1 + K_d \times \theta_c} = \frac{0,46}{1 + 0,06 \times 8} = 0,311 \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

Lượng sinh khối gia tăng mỗi ngày tính theo MLVSS:

$$P_x = Y_{\text{obs}} \times Q \times (\text{BOD}_{\text{vào}} - \text{BOD}_{\text{ra}})$$

$$P_x = 0,311 \times 500 \times (532 - 28,92) \times \frac{1}{1000} = 78,229 (\text{kgVSS/ngày})$$

Lượng oxi cần thiết trong điều kiện tiêu chuẩn:

$$OC_0 = \frac{Q \times (S_0 - S)}{1000 \times f} - 1,42P_x = \frac{500 \times (532 - 28,92)}{1000 \times 0,67} - 1,42 \times 78,229$$

$$= 264,35 \left(\frac{\text{kgO}_2}{\text{ngày}} \right)$$

Với:

OC_0 : lượng oxi cần thiết theo tiêu chuẩn của phản ứng ở 20°C

f : hệ số chuyển đổi từ BOD₅ sang COD hay BOD₂₀ và $f = \text{BOD}_5/\text{COD}$ thường từ 0,65 – 0,68. Chọn $f = 0,67$.

1,42: hệ số chuyển đổi từ tế bào sang COD

P_x : Lượng sinh khối gia tăng mỗi ngày tính theo MLVSS

Q : lưu lượng nước thải, $Q = 500\text{m}^3/\text{ngày}$.

S_0 : BOD₅ của nước thải đầu vào, mg/l

S : BOD₅ của nước thải đầu ra, mg/l

Lượng oxi cần thiết trong điều kiện thực tế:

$$OC_t = OC_0 \times \frac{C_s}{C_s - C_L} = 264,35 \times \frac{9,08}{9,08 - 1,8} = 329,7 \left(\frac{\text{kgO}_2}{\text{ngày}} \right)$$

Trong đó:

C_s : nồng độ bão hòa của oxi trong nước ở nhiệt độ làm việc, chọn $C_s = 9,08\text{mg/l}$

C_L : nồng độ oxi cần duy trì công trình. Đối với nước thải $C_L = 1,5 - 2\text{mg/l}$, chọn $C_L = 1,8\text{mg/l}$.

Trong không khí oxi chiếm 21% thể tích, giả sử rằng trọng lượng riêng của không khí là $1,2\text{kg/m}^3$. Vậy lượng không khí lý thuyết cho quá trình là:

$$Q_{kk} = \frac{M_{O_2}}{0,21 \times 1,2} = \frac{329,7}{0,252} = 1308,33 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ngày}} \right)$$

Giả sử hiệu quả vận chuyển oxi của thiết bị thổi khí là 8%, hệ số an toàn khi sử dụng trong thiết kế là 1,5. Vậy lượng khí theo yêu cầu là:

$$Q_{kk} = \frac{1308,33 \times 1,5}{0,08} = 24531,2 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ngày}} \right) = 0,28 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

4.6.5. Chọn kiểu và tính toán thiết bị cung cấp khí, đường ống dẫn khí

Để cung cấp đủ lượng oxi cần thiết cho quá trình xử lý, thường dùng máy khuấy trộn cơ khí bề mặt để tạo ra màng nước, tia nước, giọt nước tiếp xúc với không khí để

lấy oxi hoặc dùng hệ thống máy thổi khí, ống dẫn và thiết bị phân phối khí vào bể aeroten để lấy oxi.

Ống dẫn không khí: Để dẫn không khí có thể chọn ống thép không rỉ, ống nhựa gia cường bằng sợi thủy tinh, ống PE hoặc ống nhựa chịu được sự thay đổi của nhiệt độ. Tốc độ chuyển động của không khí qua ống dẫn và qua hệ thống phân phối từ 10 – 15m/s, qua lỗ phân phối từ 15 – 20m/s.

❖ **Tính toán hệ thống phân phối khí**

Chọn đĩa phân phối khí dạng đĩa xếp đường kính 170mm, diện tích bề mặt $F = 0,02\text{m}^2$.

Lưu lượng riêng phân phối khí của đĩa thổi khí $\Omega = 150 - 200 \text{ l/phút}$, chọn $\Omega = 200 \text{ l/phút}$.

Lượng đĩa thổi khí trong bể aeroten:

$$N = \frac{10^3 \times Q_{kk}}{24 \times 60 \times \Omega} = \frac{10^3 \times 24531,2}{24 \times 60 \times 200} = 85(\text{đĩa})$$

Để thuận lợi cho việc bố trí ta chọn số đĩa thổi khí là 90 đĩa.

Phân phối đĩa thành 10 hàng theo chiều dài bể, mỗi hàng 9 đĩa.

Lưu lượng khí cấp cho 1m^3 nước thải:

$$C = \frac{Q_{kk}}{Q} = \frac{24531,2}{500} = 49,1 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right)$$

Lưu lượng không khí cần để khử 1kg BOD₅:

$$\begin{aligned} q_{kk}^{\text{BOD}_5} &= \frac{Q_{kk}}{Q \times (S_0 - S) \times 10^{-3}} = \frac{24531,2}{500 \times (532 - 28,92) \times 10^{-3}} \\ &= 97,52 (\text{m}^3 \text{ khí/kgBOD}_5) \end{aligned}$$

Trong đó: Q : lưu lượng nước thải, $\text{m}^3/\text{ngày}$

Q_{kk} : thể tích không khí, $\text{m}^3/\text{ngày}$

S_0 : BOD₅ trong nước thải đầu vào, mg/l

S : BOD₅ trong nước thải đầu ra, mg/l.

❖ **Áp lực và công suất của hệ thống nén khí**

Khí được phân phối vào bể bằng các ống khoan lỗ đặt dọc theo các hành lang vậy tốc độ khí ra các lỗ từ 5 – 10 m/s.

Áp lực cần thiết cho hệ thống khi nén được xác định theo công thức:

$$H_{ct} = h_d + h_c + h_f + H = 0,4 + 0,5 + 3,5 = 4,4 \text{ (m)}$$

Trong đó:

h_d, h_c : tổn thất áp lực dọc theo chiều dài ống và tổn thất cục bộ tại các điểm uốn, khúc quanh. Tổng tổn thất h_d và h_c không vượt quá 0,4m.

h_f : tổn thất qua các đĩa phân phối, giá trị này không vượt quá 0,5m.

H : chiều cao hữu ích của bể aeroten, $H = 3,5m$.

Áp lực không khí là:

$$P = \frac{10,33 + H_{tc}}{10,33} = \frac{10,33 + 4,4}{10,33} = 1,43(at)$$

Công suất máy nén khí được tính theo công thức:

$$N = \frac{34400 \times (P^{0,29} - 1) \times Q_{kk}}{102 \times \eta} = \frac{34400 \times (1,43^{0,29} - 1) \times 0,56}{102 \times 0,8} = 25,8(kw)$$

Trong đó: q là lưu lượng không khí, m^3/s . Chọn hệ số an toàn khi sử dụng thiết kế trong thực tế là 2: $Q_{kk} = 2 \times 0,28 = 0,56 (m^3/s)$.

η : hiệu suất của máy nén khí, $\eta = 0,7 - 0,9$, chọn $\eta = 0,8$.

Chọn hai máy nén khí để cung cấp khí, 1, máy công tác, 1 máy dự phòng, công suất mỗi máy là 25,8 kw.

❖ **Chọn đường ống dẫn khí**

Ống dẫn khí chính:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{kk}}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,28}{\pi \times 14}} = 0,160(m) = 160(mm)$$

Trong đó:

Q_{kk} : lưu lượng khí ở ống chính, m^3/s

v : vận tốc khí trong ống chính, $v = 10 - 15 m/s$, chọn $v = 14 m/s$

$\Rightarrow$ Chọn ống thép không gỉ đường kính $\phi = 160 mm$.

Ống dẫn khí nhánh:

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \times Q_n}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,028}{\pi \times 12}} = 0,055(m) = 55(mm)$$

Trong đó:

Q_n : lưu lượng khí trên ống nhánh

$Q_n = Q_{kk}/n = 0,28 / 10 = 0,028 (m^3/s)$

n : số hàng phân phối đĩa sục khí

v : vận tốc khí, chọn $v = 12 \text{ m/s}$

$\Rightarrow$ Chọn ống thép không gỉ đường kính $\Phi = 55 \text{ mm}$.

❖ **Tính ống dẫn nước thải và ống dẫn bùn tuần hoàn**

• **Ống dẫn nước thải vào**

Chọn vận tốc nước thải chảy trong ống: $v = 0,7 \text{ m/s}$

Đường kính ống dẫn là:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi \times 3600 \times 24}} = \sqrt{\frac{4 \times 500}{0,7 \times \pi \times 3600 \times 24}} = 0,103(\text{m}) = 103(\text{mm})$$

Chọn ống nhựa PVC đường kính ống $\Phi = 110 \text{ mm}$.

• **Ống dẫn nước thải ra**

Chọn vận tốc nước thải chảy trong ống: $v = 0,7 \text{ m/s}$

Lưu lượng nước thải : $Q + Q_r = 500 + 337 = 837 \text{ (m}^3/\text{ngày)}$

Đường kính ống là:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times (Q + Q_r)}{v \times \pi \times 3600 \times 24}} = \sqrt{\frac{4 \times 837}{0,7 \times \pi \times 3600 \times 24}} = 0,133(\text{m}) = 133(\text{mm})$$

Chọn ống nhựa PVC có đường kính $\Phi = 135 \text{ mm}$.

• **Ống dẫn bùn tuần hoàn**

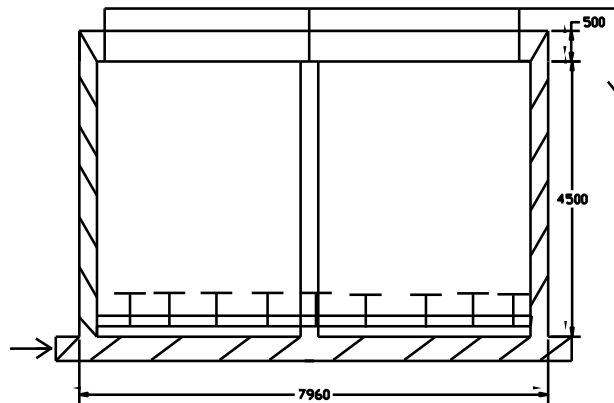
Chọn vận tốc bùn chảy trong ống: $v = 1 \text{ m/s}$

Lưu lượng tuần hoàn : $Q_r = 337 \text{ m}^3/\text{ngđ}$

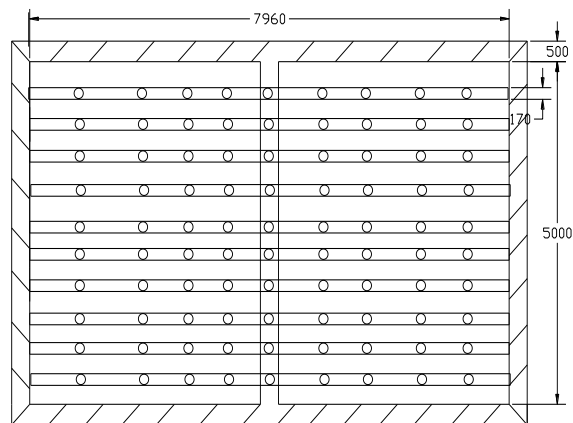
Đường kính ống dẫn là:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{v \times \pi \times 3600 \times 24}} = \sqrt{\frac{4 \times 337}{1 \times \pi \times 3600 \times 24}} = 0,07(\text{m}) = 70(\text{mm})$$

Chọn ống nhựa PVC đường kính ống $\Phi = 70 \text{ mm}$.



Hình 4.13. Mặt cắt bể Aeroten



Hình 4.14. Mặt bằng bể Aeroten

4.7. Bể lắng 2 [4,8]

4.7.1. Mục đích

Bể lắng II dùng để chắn giữ bùn hoạt tính đã qua xử lý ở bể Aeroten hay màng vi sinh đã chết từ bể Aeroten và các phần nhỏ không hòa tan, không lắng được ở bể lắng đợt một.

4.7.2. Tính toán bể lắng 2

❖ Thông số thiết kế:

- $Q = 500 \text{ m}^3/\text{ngày}$
- Nồng độ bùn hoạt tính $X = 3000 \text{ mg/l}$
- Độ tro của bùn hoạt tính $z = 0,3$
- Nồng độ bùn hoạt tính của dòng tuần hoàn $X_T = 10000 \text{ mg/l}$

❖ *Diện tích bề mặt bể*

$$S = \frac{Q(1 + \alpha)C_0}{C_t \times V_L}$$

Trong đó:

Q: lưu lượng nước thải, m³/h

α : hệ số tuần hoàn, $\alpha = 0,67$

C_0 : nồng độ bùn hoạt tính trong bể aeroten, $C_0 = X / \beta$ ($\beta = 0,8$)

$C_0 = 3500 / 0,8 = 4375$ (mg/l)

C_t : nồng độ bùn tuần hoàn, $C_t = 10000$ (mg/l)

V_L : vận tốc lắng bề mặt phân chia ứng với nồng độ C_L , m/h

Ta có: $C_L = \frac{1}{2} \times C_t = \frac{1}{2} \times 10000 = 5000$ ($\frac{\text{mg}}{\text{l}}$)

C_L : nồng độ bùn ở mặt phân chia lắng

Theo công thức 9-7/trang 150 – *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*
– TS. Trịnh Xuân Lai)

Xác định vận tốc V_L theo công thức:

$$V_L = V_{\max} \times e^{-KC_L 10^{-6}} = 7 \times e^{-600 \times 5000 \times 10^{-6}} = 0,35 \left(\frac{\text{m}}{\text{h}} \right)$$

($V_{\max} = 7$ m/h – vận tốc lắng cực đại, $K = 600$)

Vậy diện tích phân lắng của bể là:

$$S = \frac{20,833 \times (1 + 0,67) \times 4375}{10000 \times 0,35} = 43,5 (\text{m}^2)$$

Diện tích bể nếu thêm cả buồng phân phối trung tâm:

$$S_{\text{bể}} = 1,1 \times S = 1,1 \times 43,5 = 47,85 (\text{m}^2)$$

Đường kính bể:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S_{\text{bể}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 47,85}{\pi}} = 7,81 (\text{m})$$

Đường kính buồng phân phối:

$$d = 25\% \times D = 25\% \times 7,81 = 1,953 (\text{m})$$

Diện tích buồng phân phối trung tâm:

$$f = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times 1,953^2}{4} = 3 (\text{m}^2)$$

Vậy diện tích vùng lắng của bể:

$$S_L = S_{b\epsilon} - f = 47,85 - 3 = 44,85(m^2)$$

Tải trọng thủy lực:

$$a = \frac{Q}{S_L} = \frac{500}{44,85} = 11,15(\frac{m^3}{m^2.ngày})$$

Vận tốc đi lên của nước trong bể:

$$v = \frac{a}{24} = \frac{11,15}{24} = 0,465(\frac{m}{h})$$

Máng thu nước đặt ở vòng tròn có đường kính 0,8 đường kính bể:

$$D_m = 80\% \times D = 80\% \times 7,81 = 6,248(m)$$

Chiều dài máng thu nước:

$$L = \pi \times D_m = \pi \times 6,248 = 19,62(m)$$

Tải trọng thu nước trên 1m dài của máng:

$$a_L = \frac{Q}{L} = \frac{500}{19,62} = 25,5(\frac{m^3}{m.ngày})$$

Tải trọng bùn sinh ra:

$$b = \frac{Q \times (1 + \alpha) \times C_0}{24 \times S_{b\epsilon}} = \frac{500 \times (1 + 0,67) \times 4375 \times 10^{-3}}{24 \times 47,85} = 3,181(\frac{kg}{m^2h})$$

❖ **Xác định chiều cao của bể**

Chọn chiều cao bể: $H = 4,5$ m, chiều cao dự trữ trên mặt thoáng: $h_1 = 0,5$ m.

Chiều cao phần nước trong: $h_2 = 1,5$ m

Chiều cao phần chóp đáy bể có độ dốc 2% về tâm:

$$h_3 = 0,02 \times R = 0,02 \times 7,81/2 = 0,078 (m)$$

Chiều cao chứa bùn phần hình trụ:

$$h_4 = H - h_1 - h_2 - h_3 = 4,5 - 0,5 - 1,5 - 0,078 = 2,422 (m)$$

Thể tích phần chứa bùn:

$$V_b = S \times h_4 = 47,85 \times 2,422 = 116 (m^3)$$

Nồng độ bùn trung bình trong bể:

$$C_{tb} = \frac{C_L + C_t}{2} = \frac{5000 + 10000}{2} = 7500(\frac{mg}{l}) = 7,5(\frac{kg}{m^3})$$

Lượng bùn chứa trong 1 bể lắng:

$$G_{bùn} = V_b \times C_{tb} = 116 \times 7,5 = 870(kg)$$

Lượng bùn cần thiết trong 1 bể aeroten:

$$G_{\text{cân}} = V \times C_0 = \frac{1}{2} \times 179(\text{m}^3) \times 4,375 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 391,6(\text{kg})$$

Với: V là thể tích bể aeroten, $V = 179 \text{ m}^3$.

❖ **Thời gian lưu nước trong bể lắng**

Dung tích bể lắng:

$$V = (H - h_1) \times S = (4,5 - 0,5) \times 47,85 = 191,4(\text{m}^3)$$

Thời gian lắng:

$$T = \frac{V}{Q \times (1 + \alpha)} = \frac{191,4}{20,833 \times (1 + 0,67)} = 5,5(\text{h})$$

Trong đó:

Thời gian lắng:

$$T_L = \frac{V_L}{Q} = \frac{44,85 \times 1,5}{20,833} = 3,23(\text{h})$$

Thời gian cô đặc cặn:

$$T_C = \frac{V_b}{Q_t + Q_{\text{xả}}} = \frac{116}{20,833 \times 0,67 + 0,33} = 8,12(\text{h})$$

$$Q_{\text{xả}} = \frac{Q_w}{24} = \frac{7,83}{24} = 0,33 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)$$

❖ **Tính ống dẫn nước thải và ống dẫn bùn**

- **Ống dẫn nước thải vào**

Chọn vận tốc nước thải chảy trong ống: $v = 0,7 \text{ m/s}$

Lưu lượng nước thải vào bể:

$$Q_v = Q + Q_r = 500 + 337 = 837 (\text{m}^3/\text{ngày})$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_v}{24 \times 3600 \times v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 837}{24 \times 3600 \times 0,7 \times \pi}} = 0,133(\text{m}) = 133(\text{mm})$$

Chọn ống nhựa PVC đường kính ống $\Phi = 135 \text{ mm}$.

- **Ống dẫn nước thải ra**

Chọn vận tốc nước thải chảy trong ống $v = 0,7 \text{ m/s}$

Lưu lượng nước thải: $Q = 500 \text{ m}^3/\text{ngày}$

Đường kính ống là:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{24 \times 3600 \times v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 500}{24 \times 3600 \times 0,7 \times \pi}} = 0,103(\text{m}) = 103(\text{mm})$$

Chọn ống nhựa PVC có đường kính $\Phi = 100 \text{ mm}$.

• **Ống dẫn bùn**

Chọn vận tốc bùn chảy trong ống: $v = 1 \text{ m/s}$

Lưu lượng bùn: $Q_b = Q_r + Q_w = 337 + 7,83 = 344,83 (\text{m}^3/\text{ngày})$

Đường kính ống dẫn là:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_b}{24 \times 3600 \times v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 344,83}{24 \times 3600 \times 1 \times \pi}} = 0,071 (\text{m}) = 71 (\text{mm})$$

Chọn ống nhựa PVC có đường kính $\Phi = 70 \text{ mm}$.

Bùn hoạt tính từ bể lắng II có độ ẩm cao: 99,4% - 99,7%. Một phần lớn loại bùn này được dẫn trở lại bể aeroten (loại bùn này gọi là bùn hoạt tính tuần hoàn), phần bùn còn lại gọi là bùn hoạt tính dư được dẫn vào bể nén bùn. Tại bể lắng hai ta có đặt 2 bơm để bơm bùn về bể Aeroten và bể nén bùn.

❖ **Tính bơm bùn tuần hoàn**

Công suất bơm:

$$N = \frac{Q_r \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{337 \times 1053 \times 9,81 \times 10}{1000 \times 0,8 \times 24 \times 3600} = 0,5 (\text{kw})$$

Trong đó:

Q_r : lưu lượng bùn tuần hoàn, m^3/s

H : chiều cao cột áp toàn phần, $H = 10 \text{ mH}_2\text{O}$

ρ : khối lượng riêng của bùn, $\rho = 1053 \text{ kg/m}^3$

g : gia tốc trọng trường, $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$

η : hiệu suất của bơm, $\eta = 0,73 - 0,9$. Chọn $\eta = 0,8$

Công suất thực tế của máy bơm:

$$N_{TT} = 1,2 \times N = 1,2 \times 0,5 = 0,6 (\text{kw})$$

❖ **Tính bơm bùn đến bể nén bùn**

Thời gian bơm 15 phút/ngày

$$N = \frac{Q_w \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{7,83 \times 1053 \times 9,81 \times 10}{1000 \times 0,8 \times 15 \times 60} = 1,123 (\text{kw})$$

Trong đó:

Q_w : lưu lượng bùn xả ra, m^3/s

H : chiều cao cột áp toàn phần, $H = 10 \text{ mH}_2\text{O}$

ρ : khối lượng riêng của bùn, $\rho = 1053 \text{ kg/m}^3$

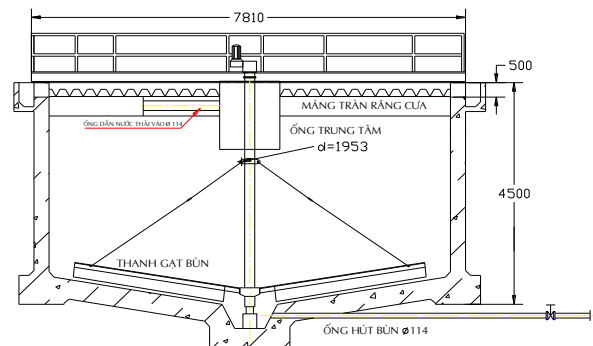
g : gia tốc trọng trường, $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$

η : hiệu suất của bơm, $\eta = 0,73 - 0,9$. Chọn $\eta = 0,8$

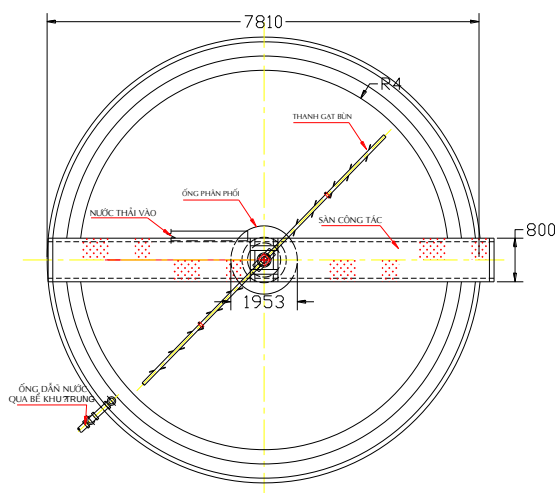
Công suất thực tế của máy bơm:

$$N_{TT} = 1,2 \times N = 1,2 \times 1,123 = 1,35 \text{ (kw)}$$

Chọn 1 bơm công suất 1,35 kw.



Hình 4.15. Mặt cắt bể lắng 2



Hình 4.16. Mặt bằng bể lắng 2

4.8. Khử trùng nước thải, tính toán bể tiếp xúc [1,8]

Sau khi qua bể lắng II, nước thải đã được kiểm soát các chỉ tiêu hóa, lý và giảm được phần lớn các vi sinh vật gây bệnh có trong nước thải, nhưng vẫn chưa được an toàn cho nguồn tiếp nhận. Do đó, cần có khâu khử trùng trước khi thải ra ngoài. Bể khử trùng có nhiệm vụ trộn đều hoà chất với nước thải, tạo điều kiện tiếp xúc và thời gian lưu đủ lâu để oxi hóa các tế bào vi sinh vật.

4.8.1. Khử trùng nước thải bằng clo

Lượng clo hoạt tính cần thiết để khử trùng nước thải được tính:

$$Y_{tb} = \frac{a \times Q_h^{tb}}{1000} = \frac{3 \times 20,833}{1000} = 0,063 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng tính toán của nước thải, $Q = 20,833 \text{ m}^3/\text{h}$

a: liều lượng hoạt tính lấy theo điều 6.20.3 – TCXD -51-84

- Nước thải sau xử lý cơ học: $a = 10 \text{ g/m}^3$
- Nước thải sau xử lý sinh học hoàn toàn: $a = 3 \text{ g/m}^3$
- Nước thải sau xử lý sinh học không hoàn toàn: $a = 5 \text{ g/m}^3$

Chọn $a = 3 \text{ g/m}^3$ để tính toán.

Lượng nước tổng cộng cần thiết cho nhu cầu của trạm clo được xác định:

$$Q_n = \frac{Y_{tb} \times (1000 \times \rho + q)}{1000} = \frac{0,063 \times (1000 \times 1,24 + 350)}{1000} = 0,1 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$$

Trong đó: q là lưu lượng cần thiết để làm bốc hơi clo. Chọn $q = 350 \text{ l/kg}$

ρ : lượng nước cần thiết để hòa tan 1 gam clo, phụ thuộc vào nhiệt độ của nước thải. Chọn $\rho = 1,24$ với nhiệt độ của nước thải ở 30°C .

4.8.2. Tính toán bể tiếp xúc

Thể tích của bể:

$$V = Q \times t = 20,833 \times 0,5 = 10,42(\text{m}^3)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng nước thải, m^3/h

t: thời gian lưu nước trong bể, chọn $t = 30 \text{ phút} = 0,5 \text{ giờ}$.

Chọn chiều cao của bể $h = 1\text{m}$, chiều cao bảo vệ $h_{bv} = 0,2\text{m}$, vậy chiều cao xây dựng của bể là: $H = 1,2\text{m}$

Diện tích mặt bằng bể:

$$F = \frac{V}{H} = \frac{10,42}{1,2} = 8,68(\text{m}^2)$$

Chọn $L \times B = 4,5\text{m} \times 2\text{m}$

Chiều dài vách ngăn bằng $2/3$ chiều rộng bể:

$$L_v = 2/3 \times B = 2/3 \times 2 = 1,33(\text{m})$$

Chọn 3 vách ngăn trong bể. Vậy khoảng cách giữa các vách ngăn là:

$$l = \frac{L}{n + 1} = \frac{4,5}{3 + 1} = 1,125(\text{m})$$

4.9. Bể nén bùn [8]

4.9.1. Mục đích

Nhiệm vụ của bể nén bùn là làm giảm độ ẩm của bùn hoạt tính dư bằng cách lắng (nén) cơ học để đạt độ ẩm thích hợp (95 – 97%) phục vụ cho các quá trình xử lý bùn ở phía sau.

Bể nén bùn tương đối giống bể lắng ly tâm. Tại đây bùn được tách nước để giảm thể tích. Bùn loãng (hỗn hợp bùn - nước) được đưa vào ống trung tâm ở tâm bể. Dưới tác dụng của trọng lực bùn sẽ lắng và kết chặt lại. Sau khi nén bùn sẽ được rút ra khỏi bể bằng bơm hút bùn.

4.9.2. Tính toán bể nén bùn

Lưu lượng bùn dư cần xử lý mỗi ngày:

$$Q_V = Q_I + Q_{II} + Q_{III} = 1,09 + 0,26 + 7,83 = 9,18(\text{m}^3/\text{ngày})$$

Trong đó: Q_I , Q_{II} , Q_{III} lần lượt là lượng bùn thải ở bể lắng I, bể UASB và bể aeroten.

Diện tích của bể nén bùn đứng được tính theo công thức:

$$F = \frac{Q_V}{q_0} = \frac{9,18\text{m}^3/\text{ngày}}{\frac{0,3\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \times \frac{24\text{h}}{\text{ngày}}} = 1,275(\text{m}^2)$$

Trong đó: q_0 là tải trọng tính toán lên diện tích mặt thoáng của bể nén bùn, $q_0 = 0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

Đường kính của bể nén bùn :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,275}{\pi}} = 1,274(\text{m})$$

Đường kính ống trung tâm:

$$d = 0,1 \times D = 0,1 \times 1,274 = 0,13 (\text{m})$$

Đường kính phần loe của ống trung tâm:

$$d_1 = 1,35 \times d = 1,35 \times 0,13 = 0,176 (\text{m})$$

Đường kính tấm chắn:

$$d_{ch} = 1,3 \times d_1 = 1,3 \times 0,176 = 0,23 (\text{m})$$

Chiều cao công tác của bể nén bùn :

$$H = q_0 \times t = 0,3 \times 10 = 3 (\text{m})$$

Với t : thời gian nén bùn. Chọn $t = 10\text{h} \in$ quy phạm (10 – 12h).

Chiều cao tổng cộng của bể nén bùn :

$$H_{tc} = H + h_1 + h_2 + h_3 = 3 + 0,3 + 0,3 + 0,8 = 4,4 \text{ (m)}$$

Trong đó :

h_1 : chiều cao từ mực nước đến thành bể (m).

h_2 : chiều cao lớp bùn (m)

h_3 : chiều cao phần chóp đáy bể (m)

❖ Máng thu nước

Máng thu nước đặt vòng tròn theo thành bể, cách thành bể 0,3m.

Đường kính máng thu nước:

$$D_m = 0,8 \times D = 0,8 \times 1,274 = 1,02 \text{ (m)}$$

Chiều dài máng thu nước:

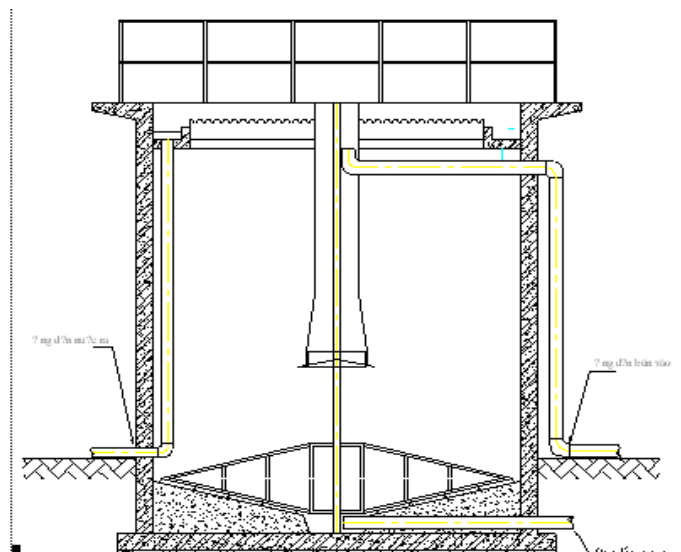
$$L_m = \pi \times D = \pi \times 1,274 = 4 \text{ (m)}$$

Lượng nước tách ra khỏi bùn:

$$99,2\% - 97\% = 2,2\%$$

Lượng bùn sau khi nén:

$$Q_b = Q_v - 2,2\% \times Q_v = 9,18 - 2,2\% \times 9,18 = 8,98(\text{m}^3/\text{ngày}).$$



Hình 4.17. Sơ đồ bể nén bùn

❖ Tính công suất bơm hút bùn

Thời gian hút bùn 20 phút, 8h lấy bùn 1 lần.

$$N = \frac{Q_b \times \rho \times g \times H}{1000 \times \eta} = \frac{8,98 \times 1200 \times 9,81 \times 8}{1000 \times 0,8 \times 20 \times 3 \times 60} = 0,3(\text{kw})$$

Trong đó:

Q_b : lưu lượng bùn sau khi nén, m^3/s

H: chiều cao cột áp toàn phần, $H = 8 \text{ mH}_2\text{O}$

ρ : khối lượng riêng của bùn sau khi nén, $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$

g: gia tốc trọng trường, $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$

η : hiệu suất của bơm, $\eta = 0,73 - 0,9$. Chọn $\eta = 0,8$

Công suất thực tế của máy bơm:

$$N_{TT} = 1,2 \times N = 1,2 \times 0,3 = 0,36(\text{kw})$$

Chọn 1 bơm công suất 0,36 kw.

4.10. Máy ép bùn lọc ép dây đai [8,10]

4.10.1. Mục đích

Cặn sau khi qua bể nén bùn có nồng độ từ 3 – 8% cần đưa qua máy ép bùn để giảm độ ẩm xuống còn 70 – 80%, tức nồng độ cặn khô từ 20 – 30% với mục đích:

- Giảm khối lượng bùn vận chuyển ra bãi thải.
- Cặn khô dễ chôn lấp hay cải tạo đất hơn cặn ướt.
- Giảm lượng nước bản có thể thấm vào nước ngầm ở bãi thải.
- Ít gây mùi khó chịu và ít độc tính.

Thiết bị lọc ép dây đai là thiết bị dùng để khử nước ra khỏi bùn vận hành bằng cách cho bùn liên tục vào thiết bị. Thiết bị này thường được chế tạo với bề rộng dây đai từ 0,5 – 3,5m.



Hình 4.18. Thiết bị lọc ép dây đai

4.10.2. Tính toán máy ép bùn lọc ép dây đai

Lưu lượng cặn đến lọc ép dây đai:

$$Q_c = Q_b \times \frac{100 - P_1}{100 - P_2} = 0,37 \times \frac{100 - 99,2}{100 - 97} = 0,1 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)$$

Trong đó:

Q_b : lượng bùn đưa đến máy ép, $Q_b = 8,98 \text{ m}^3/\text{ngày} = 0,37 \text{ m}^3/\text{h}$

P_1 : độ ẩm của bùn dư, $P_1 = 99,2\%$

P_2 : độ ẩm của bùn sau khi nén ở bể nén bùn, $P_2 = 97\%$

Giả sử lượng bùn sau khi nén có $C = 50\text{kg/m}^3$, lượng cặn đưa đến máy ép bùn là:

$$Q = C \times Q_c = 50 \times 0,1 = 5 \text{ (kg/h)} = 120 \text{ (kg/ngày)}$$

Máy làm việc 6h trong 1 ngày, 1 tuần làm việc 3 ngày.

Lượng cặn đưa đến máy trong 1 tuần: $120 \times 7 = 840 \text{ (kg)}$

Lượng cặn đưa đến máy trong 1h:

$$G = \frac{840}{6 \times 3} = 46,67 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right)$$

Tải trọng cặn trên 1m rộng của băng tải do động trong khoảng 90 – 680kg/m chiều rộng băng giờ. Chọn băng tải có công suất 100kg/m rộng giờ.

Chiều rộng băng tải:

$$b = \frac{G}{100} = \frac{46,67}{100} = 0,467 \text{ (m)}$$

Chọn máy có chiều rộng 0,5m và năng suất 100kg/m rộng giờ.

CHƯƠNG 5. TÍNH TOÁN KINH TẾ**5.1. Chi phí đầu tư xây dựng [8,10]****❖ Chi phí xây dựng công trình****Bảng 5.1. Bảng tính toán chi phí xây dựng công trình**

STT	Công trình	Thể tích (m ³)	Số lượng	Đơn giá (VNĐ/m ³)	Thành tiền (triệu đồng)
1	Bể lắng cát	0,286	1	2.500.000	0.715
2	Sân phơi cát	0,075	1	2.500.000	0.1875
3	Bể điều hòa	100	1	2.500.000	250
4	Bể lắng I	104,17	1	2.500.000	260.425
5	Bể UASB	136,8	1	2.500.000	342
6	Bể Aeroten	179	1	2.500.000	447.5
7	Bể lắng II	191,4	1	2.500.000	478.5
8	Bể khử trùng	10,42	1	2.500.000	26.05
9	Bể nén bùn	5,61	1	2.500.000	14.025
10	Nhà điều hành		1		40
Tổng cộng					1.859,4025

❖ Chi phí thiết bị

Bảng 5.2. Bảng tính toán chi phí thiết bị

STT	Thiết bị	Số lượng	Đơn giá (VNĐ)	Thành tiền (VNĐ)
1	Song chắn rác	1	5.000.000	5.000.000
2	Bơm chìm ở bể điều hòa	2	10.000.000	20.000.000
3	Bơm bùn tươi ở bể lắng I	1	8.000.000	8.000.000
4	Bơm từ bể lắng I sang bể UASB	2	8.000.000	16.000.000
5	Máy nén khí	2	50.000.000	100.000.000
6	Đĩa phân phối khí	90	100.000	9.000.000
7	Máng răng cưa ở bể lắng	2	2.000.000	4.000.000
8	Bơm bùn ở bể lắng II	1	8.000.000	8.000.000
9	Bơm hút bùn ở bể nén bùn	1	12.000.000	12.000.000
10	Máng răng cưa ở bể nén bùn	1	1.500.000	1.500.000
11	Máy ép bùn	1	100.000.000	100.000.000
12	Tủ điện điều khiển	1	18.000.000	18.000.000
13	Hệ thống đường điện kỹ thuật		30.000.000	30.000.000
14	Đường ống dẫn nước, dẫn khí		30.000.000	30.000.000
15	Các chi phí phụ phát sinh		40.000.000	40.000.000
Tổng cộng				401.500.000

Tổng vốn đầu tư cơ bản bao gồm chi phí khấu hao xây dựng 20 năm và chi phí khấu hao máy móc 10 năm.

$$T_v = \frac{1859402500}{20} + \frac{401.500.000}{10} = 133.120.125(\text{đồng/năm})$$

5.2. Chi phí vận hành hệ thống [8,10]

5.2.1. Lượng hóa chất sử dụng

Bảng 5.3. Lượng hóa chất cần dùng

Tên hóa chất	Sử dụng	Đơn giá	Thành tiền
Cl ₂	0,063kg/h	9.000đ/kg	13.608đ/ngày
Nước	0,1m ³ /h	5.400đ/m ³	12.960đ/ngày

Vậy chi phí hóa chất sử dụng trong một năm là:

$$T_{hc} = T_{Cl_2} + T_n = (13.608 + 12.960) \times 365 = 9.697.320 \left(\frac{\text{đồng}}{\text{năm}} \right)$$

5.2.2. Chi phí điện

Với số lượng bơm hoạt động, nhu cầu thấp sáng và sinh hoạt ước tính điện năng tiêu thụ là 500 kw/ngày.

Giá cung cấp điện công nghiệp: 2500 đồng/kw

Vậy chi phí điện năng cho một ngày vận hành:

$$T_d = 500 \times 2500 = 1.250.000 \text{ (đồng/ngày)} = 456.250.000 \text{ (đồng/năm)}$$

5.2.3. Chi phí nhân công

Số lượng nhân viên: 4 người, 3 công nhân và 1 kỹ sư

Mức lương tháng:

Công nhân: 2.500.000 đồng/người/tháng

Kỹ sư: 4.000.000 đồng/người/tháng

$$\text{Chi phí tổng cộng: } T_{nc} = 3 \times 2.500.000 + 4.000.000 = 11.500.000 \text{ (đồng/tháng)}$$

$$= 138.000.000 \text{ (đồng/năm)}$$

5.2.4. Chi phí bảo dưỡng máy móc thiết bị

Chi phí bảo dưỡng hàng năm ước tính bằng 1% tổng số vốn đầu tư vào công trình xử lý.

$$T_{bd} = 0,01 \times 133.120.125 = 1.331.201,25 \text{ (đồng/năm)}.$$

5.2.5. Giá thành xử lý 1m³ nước thải

Tổng chi phí xử lý:

$$T_{TC} = 133.120.125 + 9.697.320 + 456.250.000 + 138.000.000 + 1.331.201,25 = 738.398.646,3 \text{ (đồng/năm)}.$$

→ Giá thành xử lý cho 1m³ nước thải:

$$T = \frac{738.398.646,3}{500 \times 365} = 4.046 \left(\frac{\text{đồng}}{\text{m}^3} \right)$$

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Sản xuất bia đem lại lợi nhuận kinh tế cao và đây cũng chính là động lực thúc đẩy ngành công nghiệp sản xuất bia ngày càng phát triển. Tuy nhiên cùng với sự phát triển cao của sản xuất là những vấn đề ô nhiễm môi trường của ngành sản xuất bia đang ngày càng trầm trọng. Nước thải sản xuất bia chứa rất nhiều hợp chất hữu cơ, dinh dưỡng, vi khuẩn, ..., vì vậy cần phải xử lý bằng phương pháp sinh học kỵ khí kết hợp hiếu khí để đạt hiệu quả cao nhất.

Sau quá trình tính toán – thiết kế hệ thống xử lý nước thải sản xuất bia, đề tài rút ra một số kết luận như sau:

- Nghiên cứu đã đề xuất các phương án công nghệ khác nhau để xử lý nước thải sản xuất bia. Dựa trên góc độ kinh tế và hiệu quả về kỹ thuật, nghiên cứu đã phân tích để lựa chọn phương án tối ưu nhằm xử lý nước thải sản xuất bia.
- Đề tài đã thực hiện tính toán và thiết kế các thông số chi tiết trong từng công trình đơn vị của hệ thống xử lý nước thải sản xuất bia, cụ thể: song chắn rác, bể lắng cát, bể lắng 1, bể UASB, bể Aeroten, bể lắng 2, bể khử trùng và bể nén bùn.
- Đề tài đã tính toán chi phí đầu tư xây dựng, thiết bị ban đầu và chi phí vận hành. Với chi phí tính toán để xử lý nước thải sản xuất bia là 4.046 đồng/m³, giá thành này hoàn toàn khả thi khi áp dụng vào thực tế.

2. Kiến nghị

Hệ thống xử lý nước thải đề tài đã tính toán và thiết kế có thể áp dụng vào thực tế đối với nhà máy sản xuất bia. Để hiệu suất của công trình được đảm bảo, đề tài đề xuất một số kiến nghị như sau:

- Hệ thống các công trình xử lý nước thải phải được thường xuyên giám sát vận hành và khắc phục sự cố kịp thời.
- Máy móc, thiết bị phải được bảo dưỡng, tra dầu mỡ định kì.
- Đội ngũ quản lý là các kỹ sư và công nhân vận hành có trình độ chuyên môn phù hợp.
- Phân công chỉ định công việc rõ ràng cho từng bộ phận, nâng cao ý thức của toàn thể cán bộ, công nhân viên trong việc bảo vệ môi trường làm việc cũng như bảo vệ môi trường xung quanh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ xây dựng, Tiêu chuẩn xây dựng TCXD 51 – 84 – 2003, “*Thoát nước mạng lưới bên ngoài và công trình*”, Tp. Hồ Chí Minh.
- [2]. Trần Đức Hạ (2006), “*Xử lý nước thải đô thị*”, NXB Khoa Học và Kỹ thuật Hà Nội.
- [3]. PGS.PTS Hoàng Huệ (1996), “*Xử lý nước thải*”, NXB Xây Dựng Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Thị Huệ (2011), “*Đánh giá hiện trạng sản xuất và môi trường, đề xuất các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm tại Công ty Bia và Nước giải khát Hà Nội*”, Đại học Dân lập Hải Phòng.
- [5]. TS. Trịnh Xuân Lai (2000), “*Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*”, NXB Xây Dựng Hà Nội.
- [6]. PGS. Nguyễn Văn Phước (2007), “*Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học*”, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG Tp.HCM.
- [7]. Th.S Lâm Vĩnh Sơn (2008), “*Bài giảng Kỹ thuật xử lý nước thải*”, Đại học Kỹ thuật Công nghệ khoa Môi trường và Công nghệ sinh học.
- [8]. Trần Đức Tín (2008), “*Tính toán và thiết kế hệ thống xử lý nước thải nhà máy bia bằng phương pháp sinh học lưu lượng 2000 m³/ngày đêm*”, Đại học Công nghiệp TP.HCM
- [9]. Lâm Minh Triết - Nguyễn Thanh Hùng - Nguyễn Phước Dân (2006), “*Xử lý nước thải đô thị & công nghiệp*”, NXB Đại Học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh.

Một số website:

- [10]. www.google.com.vn
- [11]. www.yeumoitruong.com
- [12]. www.webmoitruong.com