

**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

Sinh viên : Ngô Thị Nguyệt Ánh
Giảng viên hướng dẫn : PGS.TS. Trần Hồng Côn
ThS. Nguyễn Thị Mai Linh

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 NHÀ MÁY BIA CÔNG SUẤT 3000 m³/ngày đêm**

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

**Sinh viên : Ngô Thị Nguyệt Ánh
Giảng viên hướng dẫn: PGS.TS. Trần Hồng Côn
ThS. Nguyễn Thị Mai Linh**

HẢI PHÒNG - 2012

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

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Ngô Thị Nguyệt Ánh

Mã SV: 110834

Lớp: MT1201

Ngành: Kỹ thuật môi trường

Tên đề tài: Tính toán thiết kế hệ thống xử lý nước thải nhà máy bia công suất 3000 m³/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..

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

Ngô Thị Nguyệt Ánh

Hải Phòng, ngày tháng.....năm 2012

Hiệu trưởng

GS.TS. NGUYỄN Trần Hữu Nghị

PHẦN NHẬN XÉT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

Hải Phòng, ngày tháng năm 2012

Cán bộ hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1: Sơ đồ quy trình công nghệ sản xuất malt.....	10
Hình 1.2: Sơ đồ dây chuyền công nghệ tổng quát sản xuất bia	18
Hình 3.1: Sơ đồ phương án thiết kế 1	34
Hình 3.2: Sơ đồ phương án thiết kế 2	36
Hình 4.1: Sơ đồ song chắn rác	42
Hình 4.2: Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của bể UASB.....	55
Hình 4.3: Tấm chắn khí và hướng dòng UASB.....	57
Hình 4.4: Sơ đồ làm việc của hệ thống bể Aerotank	71
Hình 4.5: Sơ đồ hệ thống phân phối khí trong bể Aerotank	77

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1: Phân loại và đặc điểm của các kiểu bia.	3
Bảng 1.2: Sản lượng bia trên thế giới trong giai đoạn 2001-2006	4
Bảng 1.3: Tình hình tiêu thụ bia trên thế giới năm 2007	5
Bảng 1.4: Sản xuất và tiêu thụ bia tại Việt Nam trong các giai đoạn từ 1980 – 2010	6
Bảng 1.5: Một số công ty lớn trong ngành sản xuất bia	6
Bảng 1.6: Các chỉ tiêu của nước cấp trong công nghiệp sản xuất bia	9
Bảng 1.7: Các thành phần chính trong malt khô.....	12
Bảng 1.8: Thành phần của hoa houblon.....	14
Bảng 1.9: Các nguồn chất thải chính trong sản xuất bia.....	19
Bảng 1.10: Lượng chất thải rắn phát sinh khi sản xuất 1 hectolit bia.....	20
Bảng 1.11: Tính chất nước thải từ sản xuất bia	22
Bảng 4.1: Hệ số điều hòa chung (TCXDVN 51:2008).....	39
Bảng 4.2: Thông số nước thải đầu vào.....	39
Bảng 4.3: Các thông số xây dựng mương đặt song chắn rác	42
Bảng 4.4: Bảng hệ số an toàn.....	43
Bảng 4.5: Bảng tổng kết số liệu thiết kế hầm tiếp nhận	44
Bảng 4.6: Thông số thiết kế lưới chắn rác tinh (hình nêm)	44
Bảng 4.7: Mối quan hệ giữa vận tốc và đường kính ống dẫn khí.....	47
Bảng 4.8: Các thông số thiết kế cho bể điều hòa	48
Bảng 4.9: Các thông số thiết kế cho tuyến nổi.....	51
Bảng 4.10: Các thông số thiết kế cho bể trung hòa.....	51
Bảng 4.11: Thông số đầu vào bể UASB	52
Bảng 4.12: Tải trọng chất hữu cơ dựa vào nồng độ nước thải.....	53
Bảng 4.13: Thông số thiết kế bể UASB.....	64
Bảng 4.14: Thông số đầu vào bể Aerotank.....	65
Bảng 4.15: Các thông số thiết kế cơ bản của bể Aerotank khuấy trộn hoàn toàn	66
Bảng 4.16: Các hệ số động học của quá trình xử lý bằng bùn hoạt tính	67
Bảng 4.17: Các kích thước điển hình của bể aerotank khuấy trộn hoàn toàn.....	69
Bảng 4.18: Công suất hòa tan oxy vào nước của thiết bị phân phối khí với bọt khí mịn.....	74
Bảng 4.19: Thông số tổng kết bể Aerotank	78
Bảng 4.20: Chỉ tiêu thiết kế bể lắng đợt 2.....	79
Bảng 4.21: Các thông số thiết kế bể lắng đứng	82
Bảng 4.22: Tổng hợp bể khử trùng	84
Bảng 5.1: Chi phí xây dựng một số hạng mục trong hệ thống xử lý nước thải..	85
Bảng 5.2: Chi phí một số thiết bị sử dụng trong hệ thống xử lý nước thải.....	85
Bảng 5.3: Chi phí hóa chất sử dụng trong quá trình vận hành hệ thống.....	86

MỤC LỤC

Lời cảm ơn

Lời mở đầu.....	1
-----------------	---

Chương I: Tổng quan	2
----------------------------------	----------

I.1 Sự ra đời của ngành bia và phân loại các kiểu bia	2
--	----------

I.1.1 Sự ra đời của ngành bia.....	2
------------------------------------	---

I.1.2 Phân loại bia.....	2
--------------------------	---

I.2 Tình hình sản xuất và tiêu thụ của ngành bia trên thế giới và Việt Nam.....	4
--	----------

1.2.1 Tình hình sản xuất và tiêu thụ bia trên thế giới	4
--	---

1.2.2 Tình hình sản xuất và tiêu thụ bia ở Việt Nam	5
---	---

I.3 Công nghệ sản xuất bia.....	6
--	----------

I.3.1 Các phương pháp sản xuất bia	6
--	---

I.3.1.1 Phương pháp lên men truyền thống.....	6
---	---

I.3.1.2 Phương pháp lên men hiện đại.....	6
---	---

I.3.2 Thành phần các chất có trong bia thành phẩm	7
---	---

I.3.3 Nguyên, liệu phụ liệu sử dụng cho sản xuất bia.....	8
---	---

I.3.3.1 Nguyên, liệu chính trong chế tác bia.....	8
---	---

I.3.3.2 Các chất phụ gia trong công nghệ sản xuất bia.....	13
--	----

I.3.3.3 Thế liệu.....	16
-----------------------	----

I.3.4 Năng lượng trong quy trình sản xuất bia.....	17
--	----

I.3.4.1 Điện.....	17
-------------------	----

I.3.4.2 Nhiệt.....	17
--------------------	----

I.3.5 Sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất bia.....	18
--	----

I.4 Các chất thải phát sinh trong quá trình sản xuất bia	19
---	-----------

I.4.1 Khí thải.....	20
---------------------	----

I.4.2 Chất thải rắn.....	20
--------------------------	----

I.4.3 Nước thải.....	21
----------------------	----

I.4.3.1 Nguồn gốc phát sinh nước thải trong quy trình sản xuất bia.....	21
---	----

I.4.32 Đặc tính và tải lượng của nước thải phát sinh trong quy trình sản xuất bia.....	22
Chương II: Các phương pháp xử lý nước thải.....	24
II.1 Tổng quan về các phương pháp xử lý nước thải.....	24
II.1.1 Phương pháp xử lý cơ học	24
II.1.2 Phương pháp xử lý hóa-lý	25
II.1.3 Phương pháp xử lý sinh học	25
II.2 Một vài phương pháp ứng dụng trong xử lý nước thải Bia	27
II.2.1 Song chắn rác.....	27
II.2.2 Bể lắng	27
II.2.3 Bể điều hòa.....	28
II.2.4 Bể tuyển nổi.....	28
II.2.5 Bể trung hòa.....	29
II.2.6 Bể UASB.....	29
II.2.7 Bể Aerotank.....	30
II.2.8 Bể khử trùng.....	31
Chương III: Đề xuất và lựa chọn phương án xử lý nước thải sản xuất bia.....	32
III.1 Cơ sở lựa chọn quy trình xử lý nước thải sản xuất bia	32
III.2 Đặc trưng nước thải của cơ sở lựa chọn thiết kế và phân tích lựa chọn công nghệ xử lý	32
III.2.1 Đặc trưng nước thải của cơ sở lựa chọn thiết kế.....	32
III.2.2 Phân tích đặc trưng nước thải để lựa chọn công nghệ thiết kế	32
III.3 Phương án thiết kế 1.....	34
III.3.1 Sơ đồ hệ thống.....	34
III.3.2 Thuyết minh hệ thống	35
III.4 Phương án thiết kế 2.....	36
III.4.1 Sơ đồ hệ thống.....	36
III.4.2 Thuyết minh hệ thống.....	37
III.5 Phân tích và lựa chọn phương án thiết kế.....	37

III.5.1 Phân tích các phương án thiết kế	37
III.5.2 Lựa chọn phương án thiết kế.....	38
Chương IV: Tính toán một số công trình đơn vị trong hệ thống xử lý nước thải sản xuất bia.....	39
IV.1 Nước thải đầu vào có các đặc trưng.....	39
IV.2 Song chắn rác thô.....	39
IV.2.1 Nhiệm vụ.....	39
IV.2.2 Tính toán	39
IV.3 Hàm tiếp nhận.....	42
IV.3.1 Nhiệm vụ.....	42
IV.3.2 Tính toán	42
IV.4 Song chắn rác tinh	44
IV.4.1 Nhiệm vụ.....	44
IV.4.2 Tính toán	44
IV.5 Bể điều hòa	45
IV.5.1 Nhiệm vụ.....	45
IV.5.2 Tính toán.....	45
IV.6 Bể tuyển nổi.....	48
IV.6.1 Nhiệm vụ.....	48
IV.6.2 Tính toán thiết kế.....	48
IV.7 Bể trung hòa.....	51
IV.7.1 Nhiệm vụ.....	51
IV.7.2 Tính toán.....	51
IV.8 Bể UASB.....	52
IV.8.1 Nhiệm vụ của bể.....	52
IV.8.2 Tính toán bể.....	52
IV.9 Bể Aerotank.....	64
IV.9.1 Nhiệm vụ của bể.....	64
IV.9.2 Tính toán bể.....	65
IV.10 Bể lắng 2.....	78

IV.10.1 Nhiệm vụ bể lắng.....	78
IV.10.2 Tính toán bể lắng.....	79
IV.11 Mương khử trùng.....	82
IV.11.1 Nhiệm vụ.....	82
IV.11.2 Tính toán.....	83
Chương V: Tính toán kinh tế.....	85
V.1 Chi phí đầu tư xây dựng.....	85
V.1.1 Chi phí xây dựng công trình.....	85
V.1.2 Chi phí thiết bị.....	85
V.2 Chi phí vận hành hệ thống xử lý nước thải.....	86
V.2.1 Chi phí hóa chất sử dụng.....	86
V.2.2 Chi phí điện.....	86
V.2.3 Chi phí nhân công.....	86
V.2.4 Chi phí bảo dưỡng máy móc thiết bị.....	87
V.3 Giá thành xử lý 1 m³ nước thải.....	87
Kết luận	88
Tài liệu tham khảo	

MỞ ĐẦU

Hiện nay, ngành công nghiệp sản xuất bia đã và đang phát triển rất mạnh trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Trở thành một trong những ngành công nghiệp hàng đầu đem lại giá trị kinh tế cao cho nền kinh tế thế giới nói chung cũng như tại Việt Nam nói riêng. Tuy nhiên, cùng với tốc độ phát triển nhanh và mạnh của ngành công nghiệp bia đã đem lại rất nhiều lợi ích về kinh tế thì ngành công nghiệp bia cũng đem lại không ít các vấn đề về môi trường cho môi trường xung quanh.

Trong quá trình hoạt động sản xuất thì các nhà máy bia ngoài tạo ra sản phẩm là bia thương phẩm, còn phát sinh một lượng lớn chất thải, trong đó đặc biệt đáng quan tâm đó là nước thải. Mặc dù, hiện nay khi các nhà máy bia được xây dựng thì đều quan tâm đến việc xây dựng đồng bộ hệ thống xử lý nước thải phục vụ cho nhà máy. Nhưng do một số vấn đề khách quan cũng như chủ quan: chưa xây dựng xong, công suất xử lý không bảo đảm, hệ thống xây dựng không đồng bộ, chất lượng nước thải đầu ra không đạt tiêu chuẩn, yếu tố kinh tế mà hiện nay có một số nhà máy bia đã thải trực tiếp nước thải chưa qua xử lý ra môi trường, đem lại tác động xấu ảnh hưởng đến mỹ quan cho môi trường xung quanh, cũng như chất lượng sống của người dân sống xung quanh các nhà máy bia.

Vậy nên việc thiết kế một hệ thống xử lý nước thải cho nhà máy bia để phần nào hạn chế được những tác động xấu do các nhà máy bia mang lại cho môi trường hiện nay càng trở nên cần thiết không chỉ ở Việt Nam mà trên cả thế giới. Vì vậy, em đã chọn đề tài “*Tính toán, thiết kế hệ thống xử lý nước thải nhà máy bia công suất $3000m^3$ / ngày đêm*” làm đề tài khóa luận tốt nghiệp của mình, với mong muốn góp một phần công sức của mình vào công cuộc bảo vệ môi trường ngành bia nói riêng và môi trường công nghiệp nói riêng.

CHƯƠNG I : TỔNG QUAN

I.1) Sự ra đời của ngành bia và phân loại các kiểu bia

I.1.1) Sự ra đời của ngành bia [8,14]

Từ 7000 năm trước công nguyên, người dân Babilon đã biết sản xuất bia từ đại mạch. Trải qua hàng nghìn năm sản xuất và uống bia người ta vẫn chưa biết được nhân tố nào làm chuyển hóa nguồn nguyên liệu thành sản phẩm bia. Một thời gian dài sau công nguyên con người đã phát hiện ra vai trò của hoa houblon và đến năm 1875, Lui Paster đã khám phá ra hoạt động của nấm men tạo nên chất và hình thành hương vị đặc biệt của bia. Sau đó, một số nhà khoa học của Mỹ và Nga đã chứng minh rằng nấm men tạo nên các enzym và các enzym này có khả năng chuyển hóa đường thành ancol, axit và CO₂ đó là các thành phần quan trọng nhất của bia.

Vậy nói một cách tổng thể bia là một loại đồ uống chứa cồn được sản xuất bằng quá trình lên men đường lơ lửng trong môi trường lỏng và nó không được chưng cất sau khi lên men. Nguồn nguyên liệu chủ yếu dùng để lên men là ngũ cốc. Mặt khác những loại đồ uống chứa cồn cũng được sản xuất từ việc lên men đường nhưng có nguồn gốc khác không là ngũ cốc nói chung không được gọi là “bia“, mặc dù chúng cũng được sản xuất bằng cùng một phản ứng sinh học gốc men bia.

Quá trình sản xuất bia được gọi là nấu bia. Do đó các thành phần sử dụng để sản xuất bia có sự khác biệt tùy theo từng khu vực, các đặc trưng của bia như hương vị và màu sắc cũng thay đổi rất khác nhau và do vậy có khái niệm phân loại các kiểu bia khác nhau.

I.1.2) Phân loại bia [14]

Có nhiều loại bia khác nhau, mỗi loại bia được coi là thuộc về một kiểu bia cụ thể nào đó.

Bảng 1.1 : Phân loại và đặc điểm của các kiểu bia

STT	Tên kiểu bia	Đặc điểm
1	Ale	-Được lên men bằng phương pháp lên men đỉnh hay còn gọi là lên men nổi. -Nhiệt độ lên men cao: 15-23⁰C; 60-75⁰F. -Vì có nhiệt độ lên men cao như vậy nên các men bia ale có khả năng tạo ra một lượng đáng kể các ester, các hương liệu thứ cấp và các sản phẩm tạo mùi khác. -Các khác biệt về kiểu giữa các loại ale là nhiều hơn so với các loại lager, nhiều loại ale rất khó để phân loại chúng thuộc kiểu gì.
2	Lager	-Được sản xuất bằng phương pháp lên men đáy hay còn gọi là lên men chìm. -Là loại bia được tiêu thụ nhiều nhất trên thế giới. -Bắt nguồn từ vùng Trung Âu, tên gọi này có nguồn gốc từ tiếng Đức (lagerbier). -Nhiệt độ lên men: +Ban đầu bia lager được lên men ở nhiệt độ 7-12⁰C (45-55⁰F)(“pha lên men“) +Sau đó được lên men thứ cấp ở nhiệt độ 0-4⁰C (30-40⁰F)(“pha lager hóa“). -Vì nhiệt độ lên men thấp nên việc sản xuất ra các ester và các phụ phẩm khác đã được hạn chế hơn. Tạo ra hương vị “khô và lạnh hơn“ của bia. -Gồm 2 dạng chính là dạng bia có màu sẫm và dạng bia có màu sáng (đa phần bia hiện nay được sản xuất ra có màu sáng).
3	Bia lai	-Có đặc trưng pha trộn của cả bia ale và bia lager. Hay bia lai là kiểu bia sử dụng các nguyên liệu và công nghệ hiện đại thay vì (hoặc bổ sung cho) các khía cạnh truyền thống của sản xuất bia. -Mặc dù có một số biến thái giữa các nguồn khác nhau, nhưng nói chung bia hỗn hợp có thể là: +Bia rau quả và bia rau cỏ

		+Bia thảo mộc và bia gia vị +Các loại bia tồn trữ trong các thùng gỗ +Bia hun khói +Bia đặc biệt
--	--	---

Hiện nay, các loại bia đã và đang được sử dụng rộng rãi ở hầu hết các nước trên thế giới với sản lượng ngày càng tăng, đã và đang trở thành ngành công nghiệp mũi nhọn trong nền kinh tế của nhiều nước trên thế giới nói chung và nước ta nói riêng .

I.2) Tình hình sản xuất và tiêu thụ của ngành bia trên thế giới và Việt Nam

I.2.1) Tình hình sản xuất và tiêu thụ bia trên thế giới [7]

Đối với các nước có nền công nghiệp phát triển, đời sống kinh tế cao thì bia được sử dụng như một thứ giải khát thông dụng. Hiện nay, thế giới có trên 25 nước sản xuất bia với sản lượng trên 150 tỷ lít/năm, trong đó: Mỹ, 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 như: Đức, Đan Mạch, Tiệp trên 100 lít/người/năm.

Bảng 1.2: Sản lượng bia trên thế giới trong giai đoạn 2001-2006

STT	Vùng \ Năm	2001 %	2002 %	2003 %	2004 %	2005 %	2006 %
1	Châu Âu	35,1	35,3	34,9	34,1	34,1	33,4
2	Châu Á/Trung Đông	26,0	26,5	26,9	28,5	28,5	30,0
3	Bắc Mỹ	22,1	21,7	22,2	21,4	20,9	20,1
4	Nam Mỹ	11,1	10,7	10,2	10,2	10,7	10,7
5	Châu Phi	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6
6	Châu Úc	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2
7	Tổng	100	100	100	100	100	100

Bảng 1.3: Tình hình tiêu thụ bia trên thế giới năm 2007

Xếp hạng	Nước	Tiêu thụ (l/ng/năm)	Xếp hạng	Nước	Tiêu thụ (l/ng/năm)
1	Cộng hòa Czech	156,9	9	Canada	68,3
2	Ailen	131,1	10	Aixolen	59,7
3	Đức	115,8	11	Bồ Đào Nha	59,6
4	Úc	109,9	12	Bulgari	59,5
5	Áo	108,3	13	Nam Phi	59,2
6	Anh	99,0	14	Nga	58,9
7	Nam Tư	93,3	15	Venezuela	58,6
8	Bỉ	93,0	16	Romania	58,2

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 đứng đầu về tiêu thụ bia trên thế giới.

Sản xuất bia đã trở thành một ngành công nghiệp quan trọng, đóng vai trò lớn trong sự tăng trưởng của kinh tế thế giới. Không nằm ngoài quy luật phát triển của ngành công nghiệp bia trên thế giới hiện nay, ngành công nghiệp sản xuất bia ở Việt Nam cũng đã và đang có những bước phát triển lớn, đóng góp đáng kể cho nền kinh tế quốc dân.

I.2.2) Tình hình sản xuất và tiêu thụ bia ở Việt Nam [6]

Trong 5 năm trở lại đây, nền kinh tế Việt Nam đã có những bước phát triển vượt bậc, mức sống của người dân cũng dần được cải thiện. Ngành công nghiệp bia với tốc độ tăng trưởng bình quân là 14,9%. Chẳng hạn như năm 2003, sản lượng bia đạt 1.290 triệu lít, tăng 20,7% so với năm 2002, đạt 79% so với công suất thiết kế, tiêu thụ bình quân đầu người đạt 16 lít/năm, nộp ngân sách nhà nước khoảng 3.650 tỷ đồng

**Bảng 1.4: Sản xuất và tiêu thụ bia tại Việt Nam trong các giai đoạn
từ 1980 – 2010**

Năm	Sản lượng (tr.l)	Bình quân(l/ng)
1980	60	1,3
1986	87	1,4
1990	100	1,5
1994	330	4,4
2000	624	8
2005	990	10
2010	1.500	25

Việt Nam hiện có khoảng 350 cơ sở sản xuất bia có trụ sở ở các tỉnh thành lớn trên cả nước. Trong số này có hơn 20 nhà máy đạt công suất trên 20 triệu lít/năm, 15 nhà máy có công suất lớn hơn 15 triệu lít/năm, và có tới 268 cơ sở có năng lực sản xuất dưới 1 triệu lít/năm.

Bảng 1.5: Một số Công ty lớn trong ngành sản xuất bia

Tên công ty	Các sản phẩm chính	Công suất năm 2006 (triệu lít/ năm)	Địa điểm
SABECO	Bia 333, bia Sài Gòn đỏ, bia Sài Gòn xanh	600	Hồ Chí Minh, Cần Thơ, Sóc Trăng, Yên Bái
VBL	Heineken, Tiger, Ankor, Bivina, Foster, BGI	400	Hồ Chí Minh, Hà Tây
HABECO	Bia hơi, bia Hà Nội	> 200	Hà Nội, Thanh Hóa, Hải Dương

I.3) Công nghệ sản xuất bia

I.3.1) Các phương pháp sản xuất bia [9]

Bia được sản xuất theo hai phương pháp lên men cơ bản:

+Lên men truyền thống

+Lên men hiện đại

I.3.1.1) Phương pháp lên men truyền thống

Quá trình sản xuất bắt buộc phải trải qua những giai đoạn chủ yếu sau đây:

- Đường hóa tinh bột thành đường nhờ enzym amylase của malt hoặc amylase của vi sinh vật (nếu sử dụng nguồn tinh bột thay thế malt).
- Lên men chính.
- Lên men phụ, tạo sản phẩm.

I.3.1.2) Phương pháp lên men hiện đại

Các quá trình cũng tương tự như trên. Tuy nhiên có điều khác cơ bản là người ta tiến hành quá trình lên men chính và lên men phụ trong cùng một thiết bị. Điều khiển quá trình lên men này bằng hệ thống làm lạnh cục bộ. Bằng hệ thống lạnh được lắp đặt trong thiết bị lên men, người ta điều khiển quá trình lên men chính, phụ xen kẽ và cuối cùng toàn bộ hệ thống được lên men phụ.

Hiện nay, phương pháp lên men truyền thống vẫn được áp dụng trong sản xuất và được phát triển rất mạnh ở nhiều nước trên thế giới.

I.3.2) Thành phần các chất có trong bia thành phẩm [11]

Thành phần quan trọng nhất trong bia phải được nhắc đến là nước. Nước chiếm 92% về mặt thể tích trong bia..

Trong bia về mặt dinh dưỡng, một lít bia có chất lượng trung bình tương đương với 25 gram thịt bò hoặc 150 gram bánh mì loại một, hoặc tương đương với nhiệt lượng là 500 kcal, bằng 2/3 năng lượng được cung cấp từ cùng một thể tích sữa.

Ngoài ra trong bia còn chứa một số chất bổ dưỡng khác như:

- Chất đậm: đặc biệt là đậm hòa tan chiếm 8-10% chất tan, bao gồm: protein, peptit và amino acid.
- Glucid: Glucid tan (70% là dextrin, pentosan - sản phẩm caramel hóa).
- Vitamin: Chủ yếu là vitamin nhóm B (vitamin B₁, B₂, PP).
- Lupulin: Có trong bia và hoa houblon có tính giúp an thần, dễ ngủ.

- CO₂ hòa tan: Có tác dụng làm giảm nhanh cơn khát cho người uống bia, giúp tiêu hóa nhanh thức ăn và ăn uống ngon miệng, giảm mệt mỏi và tăng phần tỉnh táo nếu như người uống sử dụng một liều lượng thích hợp.

Yếu tố để quyết định đến các giá trị thành phần trong thành phẩm, quyết định tỷ lệ các phế phẩm hay chất thải phát sinh của công nghiệp bia thì ngoài phương pháp sản xuất, lên men thì yếu tố nguyên, phụ liệu đầu vào cho dây chuyền sản xuất cũng có vai trò quan trọng, quyết định chất lượng sản phẩm đầu ra.

I.3.3) Nguyên, phụ liệu sử dụng cho sản xuất bia

I.3.3.1) Nguyên liệu chính trong chế tác bia [9,12]

a) Nước

Mức tiêu thụ nước trong nhà máy bia vận hành tốt (những nhà máy mà tiêu hao năng lượng và ô nhiễm ở mức thấp nhất) nằm trong khoảng 4-10 hl/hl bia (1 hl bia = 100 lít bia). Có thể nói nước là nguyên liệu chính để sản xuất bia do trong bia hàm lượng nước chiếm đến 90-92% trọng lượng bia.

Nước sử dụng trong công nghệ sản xuất bia được chia thành 2 loại là:

-*Nước công nghệ*: Là nước tham gia trực tiếp vào quy trình công nghệ (như ngâm đại mạch, nấu malt, lọc dịch nha, lên men, trong công đoạn chiết rót,...) tạo nên sản phẩm cuối cùng. Thành phần và hàm lượng của chúng ảnh hưởng rất lớn đến quy trình công nghệ và chất lượng bia thành phẩm.

-*Nước phi công nghệ*: Không trực tiếp có mặt trong thành phẩm của sản phẩm nhưng rất cần thiết trong quy trình sản xuất và cũng ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm cuối cùng. Nước này được sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau như: cấp cho nồi hơi, vệ sinh thiết bị, vệ sinh nhà xưởng, thanh trùng,...

Thành phần và hàm lượng các chất có trong nước ảnh hưởng rất lớn đến quy trình công nghệ và chất lượng bia thành phẩm.

Chính vì vậy nước dùng trong quy trình sản xuất bia đều được xử lý sơ bộ để đáp ứng các yêu cầu nhất định sau để đảm bảo cho chất lượng của bia cũng như hiệu quả của từng giai đoạn sản xuất.

Bảng 1.6 : Các chỉ tiêu của nước cấp trong công nghiệp sản xuất bia

STT	Chỉ tiêu	Yêu cầu
1	Màu sắc	Trong suốt, không màu.
2	Mùi vị	Không mùi, không vị.
3	Độ cứng tạm thời	< 7 mg đương lượng/lít
4	Độ cứng vĩnh cửu	0,4-0,7 mg đương lượng/lít
5	Hàm lượng muối cacbonat	< 50 mg/l
6	Hàm lượng muối Ca	< 100 mg/l
7	Hàm lượng muối Mg	< 80 mg/l
8	Hàm lượng muối Cl	< 75-150 mg/l
9	pH	6,5 -7
10	Hàm lượng CaSO_4	130 – 200 mg/l
11	Fe^{2+}	< 0,3 mg/l
12	NH_3 , NO_3^- , NO_2^-	Không có
13	Hàm lượng các ion kim loại	Không có
14	Vi sinh vật	< 100 tế bào / ml
15	Vi sinh vật gây bệnh (E.coli, coliform)	Không có

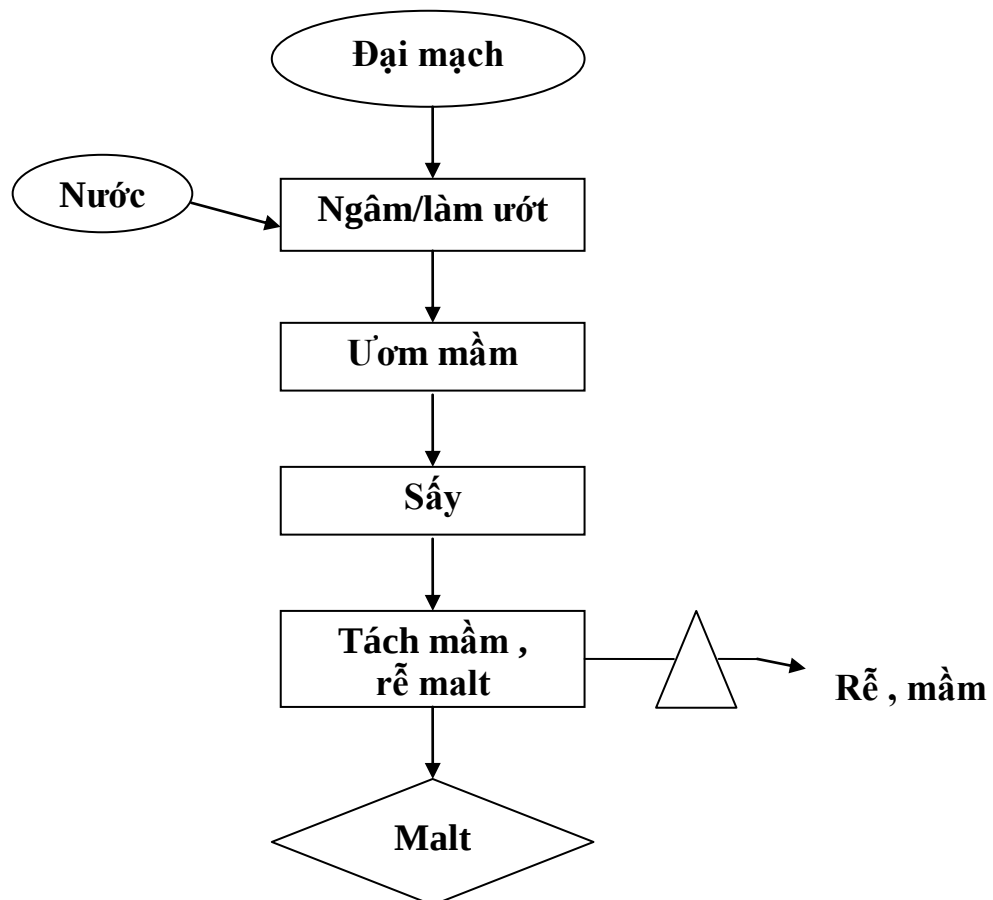
b) Malt [10,12]

Là tên gọi của ngũ cốc nảy mầm (đại mạch, tiểu mạch, hạt gạo, thóc gạo, thóc mềm). Loại ngũ cốc thường được sử dụng để sản xuất malt là đại mạch, tuy có thể thay thế một phần nguyên liệu khác (thé liệu) nhưng nguyên liệu chủ yếu vẫn là đại mạch nảy mầm. Nước ta hiện chưa trồng được đại mạch nên thường phải nhập malt từ nước ngoài. Đại mạch cũng giống như những loại ngũ cốc khác, bao gồm hai thành phần chính là glucid, protein nhưng đại mạch có hàm lượng cao hơn so với các loại ngũ cốc khác, quan trọng nhất là tỷ lệ glucid/protein cân đối thích hợp cho sản xuất bia. Là nguyên liệu chính để sản

xuất bia nên thường lượng malt/thế liệu cần để cung cấp cho quy trình sản xuất là khá lớn (1000 lít bia cần 150 kg malt và nguyên liệu thay thế).

Đại mạch được xếp theo họ hordeum gồm có: *Hordeum.Sativum*; *Hordeum.Murinum*; *Hordeum.Jubatum*. Đại mạch dùng để sản xuất bia thường dùng đại mạch 2 hàng (gọi là *H.Distichum*).

Đại mạch được chế biến để trở thành malt, nguồn nguyên liệu chính để sản xuất ra bia qua quá trình sau:



Hình 1.1 : Sơ đồ quy trình công nghệ sản xuất malt

Để đảm bảo chất lượng của bia thì nguồn đại mạch được chọn để làm malt phải đáp ứng được các yêu cầu chất lượng sau:

▪ *Yêu cầu về cảm quan:*

- ✓ Tất cả các hạt thóc phải thuộc một loại đại mạch, đồng nhất về kích cỡ, không lẫn cát đá, rơm rác và những hạt thuộc loại thóc khác.
- ✓ Hạt thóc phải có vỏ mỏng, màu vàng nhạt óng ánh, không có vết trên vỏ

✓ Đại mạch tốt phải có mùi thơm của rom rạ, khi cắn hạt thóc thấy có mùi tinh bột và vị hơi ngọt.

▪ *Sinh lý:*

- ✓ Lực nảy mầm phải đạt 80-85%
- ✓ Trọng lượng tuyệt đối thường 35-45 g/1000 hạt
- ✓ Khả năng nảy mầm 90-95%

▪ *Yêu cầu về thành phần hóa học:*

- ✓ Vỏ: không vượt quá 7-9% trọng lượng hạt
- ✓ Hàm lượng ẩm: $w=10-15\%$
- ✓ Hàm lượng Protit: 8-14% chất khô của hạt
- ✓ Hàm lượng Glucid: chiếm 55-62% trọng lượng hạt (hoặc 63-66% trọng lượng chất khô).

Sau quá trình chế biến, malt phải đạt được các chỉ tiêu:

▪ *Tỉ lệ thu hồi malt khô:* 100 kg đại mạch có $w=15\%$ sẽ sản xuất được 75-78 kg malt khô có $w=2-4\%$

▪ *Kiểm tra cảm quan:*

- ✓ Màu: malt vàng có màu vàng rom, malt đen có màu sẫm hơn, vỏ malt phải óng ánh, kích thước và hình dáng phải giống như hạt đại mạch khô.
- ✓ Mùi và vị: Phải có mùi thơm đặc trưng cho từng loại malt, không có mùi lạ, nếu có mùi chua hoặc mốc chứng tỏ malt còn ẩm, có vị ngọt.
- ✓ Về độ sạch: Không lẫn tạp chất, hạt không bị vỡ (lượng hạt vỡ tối đa là 15%), lượng hạt bệnh tối đa là 1 %, lượng hạt không nảy mầm tối đa là 5%.
- ✓ Trạng thái malt: Xốp và khô.

▪ *Chỉ số cơ học:*

- ✓ Đối với malt rất nhẹ: 480-500 g/l
- ✓ Loại nhẹ: 500-530g/l
- ✓ Trung bình: 530-560 g/l
- ✓ Loại nặng: ≤ 560 g/l
- ✓ Trọng lượng tuyệt đối của malt là từ 28-38g/1000 hạt

▪ Thành phần hóa học:

- ✓ Độ ẩm malt (w) < 4,5% và trong bảo quản tốt cho phép w<7%.
- ✓ Thời gian đường hóa của malt vàng là 10-20 phút ở 70⁰C, malt đen là 20-30 phút ở 70⁰C.
- ✓ Chất hòa tan trung bình là 65-82% chất khô.
- ✓ Hàm lượng maltose của malt vàng là 70% chất hòa tan, malt đen là 59-65% chất hòa tan.
- ✓ Độ axit: pH đường hóa từ 5,5-6,5
- ✓ Những thành phần chính của malt khô (% chất khô)

Bảng 1.7: Các thành phần chính trong malt khô

Thành phần	Tỷ lệ (%)	Thành phần	Tỷ lệ (%)
Tinh bột	58	Đường khử	4,0
Pentose hòa tan	1	Protein (n*6,25)	10
Hexozan và pentoza không tan	9,0	Protein hòa tan	3,0
Xenlulose	6	Chất béo	2,5
Sacarose	5	Chất tro	2,5

Để có thể biến đổi từ malt thành bia phục vụ cho đời sống con người thì malt sẽ được đem đi lên men. Yếu tố đóng vai trò quyết định trong quá trình lên men chính là men bia (nấm men).

c) Men bia (nấm men)[10]

Nấm men đóng vai trò hết sức quan trọng trong công nghiệp sản xuất bia. Nhờ đặc tính sinh dưỡng của nấm men là quá trình chuyển hóa dịch đường thành rượu và sinh ra khí CO₂ là thành phần chính của bia. Trong ngành sản xuất bia, các giống nấm men được chia thành 2 nhóm:

▪ Nhóm nấm men nổi (*Saccharomyces cerevisiae*):

- ✓ Nhiệt độ lên men: 10-25⁰C.
- ✓ Lên men mạnh, quá trình lên men xảy ra trên bề mặt của môi trường.

- ✓ Khi quá trình lên men kết thúc, các tế bào kết chùm, chuỗi, tạo thành lớp dày trên bề mặt cùng với bọt bia, bia tự trong chậm.
- ✓ Khả năng lên men đường tam (rafinose) kém (chỉ đạt 33%).
- *Nhóm nấm men chìm (Saccharomyces carlbergensis)*
 - ✓ Nhiệt độ lên men 0-10⁰C.
 - ✓ Quá trình xảy ra trong lòng môi trường nên khả năng lên men tốt
 - ✓ Có khả năng lên men hoàn toàn (vì có thể lên men đường rafinose hoàn toàn).
 - ✓ Khi lên men xong, các tế bào kết thành chùm hoặc chuỗi kết lắng xuống đáy thùng lên men rất nhanh, nhờ vậy bia chóng tự trong hơn lên men nổi. Khả năng kết lắng của nấm men phụ thuộc vào nhiều yếu tố:
 - + Cấu tạo thành tế bào nấm men .
 - + Hàm lượng nitơ hòa tan trong môi trường .
 - + Nhiệt độ , pH của môi trường ...
 - ✓ Có khả năng tái sử dụng tốt (6-8 đời), tỷ lệ tế bào chết < 10%.

Nấm men được sử dụng từ nấm men thuần chủng, men được giữ dưới dạng men khô, sau đó nhân giống trung gian rồi đưa vào sử dụng trong sản xuất bia. Hiện nay, nhóm nấm men được các nhà máy bia trên thế giới và Việt Nam sử dụng phổ biến trong sản xuất là nhóm nấm men chìm.

d) Hoa bia (hoa houblon)[7]

Sau nước, malt và nấm men thì nguyên liệu căn bản tiếp theo trong quy trình sản xuất bia là hoa bia (hoa houblon). Hoa bia được đánh giá là nguyên liệu cơ bản thứ hai sau malt đại mạch, là linh hồn của bia, góp phần tạo nên mùi và vị đặc trưng cho bia.

Houblon thuộc họ dây leo, sống lâu năm (30-40 năm), có chiều cao trung bình 10-15 m. Hiện nay trên thế giới đang trồng trên 100 giống hoa houblon khác nhau. Loại thực vật này chỉ thích hợp với khí hậu ôn đới nên được trồng nhiều ở Đức, Tiệp, Liên Bang Nga, Pháp, Mỹ,...

Hoa houblon có hoa đực và hoa cái riêng biệt cho từng cây, trong sản xuất bia chỉ sử dụng hoa cái chưa thụ phấn. Hoa đực không được sử dụng vì nó rất nhỏ, chứa ít lượng phần hoa (lupulin), chất đắng cũng rất kém

Hoa houblon làm cho bia có vị đắng dịu, hương thơm rất đặc trưng, làm tăng khả năng tạo và giữ bền bọt, làm tăng độ bền keo và độ ổn định thành phần sinh học của sản phẩm. Do những đặc tính cực kỳ đặc biệt như vậy nên hoa houblon vẫn giữ một vai trò độc tôn và là nguyên liệu không thể thay thế trong ngành sản xuất bia.

Bảng 1.8: Thành phần của hoa houblon

Thành phần	Hàm lượng(%)
Nước	10-11
Nhựa đắng tổng số	15-20
Tinh dầu	0,5-1,5
Tanin	2-5
Monosaccarit	2
Pectin	2
Amino axit	0,1
Protein	15-17
Lipit và sáp	3
Chất tro	5-8
Xenluloza, lignin và các chất khác	40-50

Hoa houblon được sử dụng trong công nghiệp sản xuất bia hiện nay gồm các dạng sau:

- Dạng hoa houblon tươi nguyên cánh
- Dạng hoa houblon cánh khô
- Dạng hoa houblon hạt, viên
- Dạng hoa cao trích ly

I.3.3.2) Các chất phụ gia trong quy trình công nghệ sản xuất bia[7]

Tùy theo yêu cầu kỹ thuật, công nghệ mà những nguyên, phụ liệu hoặc các hóa chất này được sử dụng với hàm lượng khác nhau, gọi chung những dạng này là phụ gia và chia thành hai nhóm chính:

▪ *Nhóm phụ gia trực tiếp*: Gồm tất cả những nguyên liệu và hóa chất có mặt trong thành phần của sản phẩm với sự kiểm soát chặt chẽ ở hàm lượng cho phép:

- ✓ Các hóa chất xử lý độ cứng, điều chỉnh độ kiềm của nước công nghệ như HCl , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$, CaSO_4 ,...
- ✓ Các hóa chất đưa vào để ngăn chặn quá trình oxy hóa những thành phần trong bia như acid ascorbic, H_2O_2 ,...
- ✓ Các hóa chất dùng để điều chỉnh pH như: H_2SO_4 , acid lactic, CaCl_2 ,...
- ✓ Chất tạo màu cho bia: caramen.

▪ *Nhóm phụ gia gián tiếp*: Nhóm này bao gồm tất cả nguyên liệu và hóa chất được sử dụng trong quy trình công nghệ nhưng không được phép có mặt ở trong sản phẩm:

- ✓ Các bột trợ lọc: PVPP, kizelgua,...
- ✓ Các hóa chất để vệ sinh thiết bị, vệ sinh phân xưởng như: H_2SO_4 , KMnO_4 , NaOH ,...
- ✓ Các chất được dùng như tác nhân làm lạnh như NH_3 , glycol, nước muối,...

Tác dụng của các chất phụ gia này đối với quy trình sản xuất bia là:

▪ *Các chế phẩm enzym*: Tăng cường hoạt độ và nồng độ các enzym, nâng cao hiệu suất của quá trình lên men.

▪ *Caramen*: tạo màu cho bia

▪ *CaCl_2* : tăng độ bền vững của enzym α – Amylaza ở nhiệt độ cao

▪ *Acid ascorbic*: bảo quản, chống oxy hóa, ức chế các quá trình biến chất của bia.

▪ *Colluplie*: chống oxy hóa protein

▪ *Malurex I*: rút ngắn thời gian lên men phụ, giảm lượng diacetyl tạo thành trong quá trình lên men chính

- Các hóa chất vệ sinh công nghiệp (Clorin, NaOH): dùng để tẩy rửa sát trùng nhà xưởng, dây chuyền, máy móc.

- Than hoạt tính: Thu hồi lượng CO₂

Ngoài ra trong sản xuất bia phụ thuộc vào các điều kiện chủ quan và khách quan, nhằm mục đích hạ giá thành sản phẩm, tạo ra các sản phẩm bia có chất lượng khác nhau, cải thiện một vài tính chất của sản phẩm, theo đơn đặt hàng của người tiêu dùng thì người ta thêm các thể liệu vào cùng với malt trong sản xuất bia.

I.3.3.3) Thể liệu[10]

Yêu cầu đối với thể liệu là phải có nguồn glucid dồi dào mà từ đó dưới tác dụng của enzyme trong malt, lượng glucid của thể liệu sẽ chuyển hóa thành đường hòa tan. Vì vậy các loại ngũ cốc thường được chọn làm thể liệu trong sản xuất bia. Chất lượng của thể liệu cũng là yếu tố sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của bia thành phẩm (màu sắc, mùi vị). Do đó cần quan tâm đến thành phần hóa học của thể liệu.

Ở nước ta hiện nay thể liệu được sử dụng phổ biến là gạo. Đối với bia Heniken là 100% đại mạch, đối với bia Tiger 80% đại mạch và 20% gạo. Vì gạo có sẵn những ưu điểm sau:

- Có sẵn trong nước với giá rẻ và chất lượng cao.
- Do hàm lượng glucid và protein khá cao, khả năng chuyển hóa thành chất hòa tan tốt có thể đạt 90% chất khô. Thực tế và thực nghiệm đã cho ta thấy có thể thay thế gạo cho malt đến 50% (nếu malt có hoạt tính enzym tốt).

Ngoài ra ở một số nơi còn có thể sử dụng các loại thể liệu khác nhau, phù hợp với điều kiện sản xuất như:

- Bắp được sử dụng ở các nước châu Phi hoặc Mỹ la tinh
- Gạo mì.
- Đậu: hàm lượng tinh bột trong đậu không lớn, thường nhỏ hơn 40% trọng lượng, vì vậy trong nấu bia người ta dùng đậu không phải với mục đích thể liệu

cho malt, mà với với mục đích làm cho bia có khả năng tạo bọt mạnh (trong đầu có chứa nhiều glucozit), là nguồn thức ăn tốt cho nấm men về sau.

- Đường saccharose: được sử dụng như một thể liệu cao cấp.

Việc vận hành và sản xuất trong các nhà máy bia ngoài yêu cầu cần được cung cấp một lượng lớn các nguyên liệu, cũng như các chất phụ gia thì cũng cần được cung cấp một lượng khá lớn năng lượng, để phục vụ cho sản xuất.

I.3.4) Năng lượng trong quy trình sản xuất bia[12]

I.3.4.1) Điện

Điện tiêu thụ cho nhà máy bia vận hành tốt trung bình từ 8 đến 12 kwh/hl, phụ thuộc vào quá trình và đặc tính của sản phẩm.

Các khu vực tiêu thụ điện năng là: khu vực chiết chai, máy lạnh, khí nén, thu hồi CO₂, xử lý nước thải, điều hòa không khí, các khu vực khác như bơm, quạt, điện chiếu sáng.

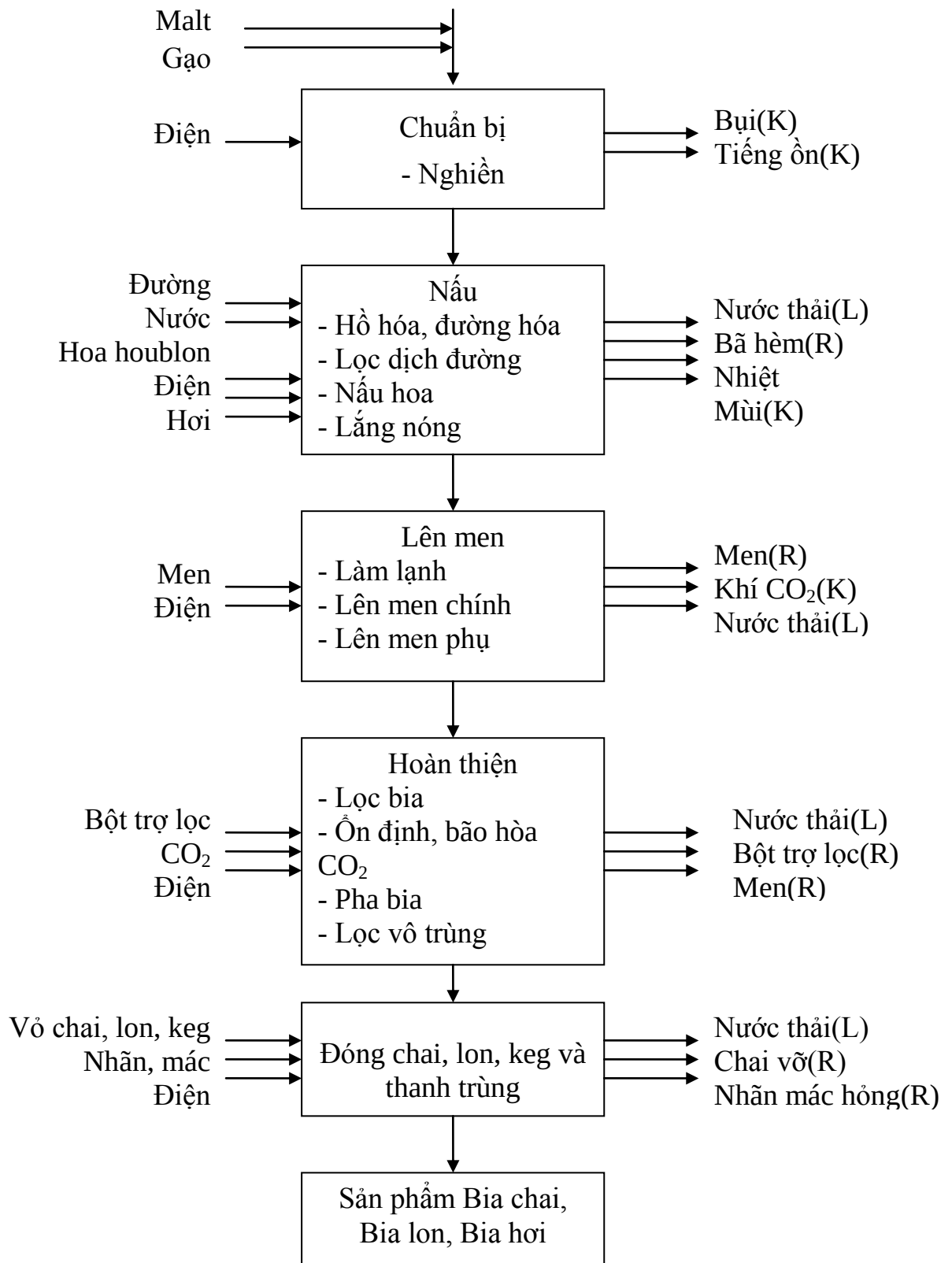
I.3.4.2) Nhiệt

Tiêu thụ nhiệt của một nhà máy bia vận hành tốt nằm trong khoảng 150-200 MJ/hl đối với nhà máy bia không có hệ thống thu hồi nhiệt trong quá trình nấu hoa nhưng có hệ thống bảo ôn tốt, thu hồi nước ngưng, hệ thống bảo trì tốt.

Tiêu hao năng lượng trong nhà máy bia phụ thuộc vào đặc tính của nhà máy như quá trình công nghệ, phương pháp đóng gói sản phẩm, kỹ thuật và loại thiết bị thanh trùng, công nghệ xử lý sản phẩm phụ.

Các quá trình tiêu hao năng lượng trong nhà máy bia bao gồm: Nấu và đường hóa, nấu hoa, hệ thống vệ sinh (CIP) và tiệt trùng, hệ thống rửa chai, hệ thống thanh trùng bia. Trong đó tiêu thụ nhiệt nhiều nhất là nồi nấu hoa chiếm đến 30-40% tổng lượng hơi dùng trong nhà máy.

I.3.5) Sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất bia [11]



Hình 1.2: Sơ đồ dây chuyền công nghệ tổng quát sản xuất bia

I.4) Các chất thải phát sinh trong quá trình sản xuất bia**Bảng 1.9: Các nguồn chất thải chính trong sản xuất bia[12]**

STT	Nguồn thải	Tác nhân ô nhiễm
1	Nghiền nguyên liệu	- Bụi - Tiếng ồn
2	Nấu	- Xút và axit cho hệ CIP - Thải lượng chất hữu cơ cao - Bụi - Gây ra các mùi khó chịu cho các khu vực xung quanh
3	Lên men	- Xút và axit cho hệ CIP - Phát thải CO ₂ - Thải lượng chất hữu cơ cao (do nấm men và việc vệ sinh thiết bị gây nên, nước thải có nồng độ chất hữu cơ, nitrat và photpho cao).
4	Lọc bia	- CO ₂ - Thải lượng chất hữu cơ cao (nấm men, bột trợ lọc)
5	Đóng gói thanh trùng	- Nước thải có pH cao và chất lơ lửng nhiều - Tiêu hao nhiều nước nóng và nước lạnh
6	Các hoạt động phụ trợ: nồi hơi đốt than hoặc đốt dầu, máy lạnh...	- Phát thải CO ₂ , NO _x và PAH (polyaromatic hydrocacbon) - Nguy cơ rò rỉ dầu - Nguy cơ rò rỉ và phát thải NH ₃ - Nguy cơ rò rỉ và phát thải CFC

Từ sơ đồ dây chuyền công nghệ tổng quát sản xuất bia (hình 1.2) và Bảng 1.9 cho thấy các nguồn thải chính trong ngành bia gồm: Khí thải, nước thải, chất thải rắn. Trong đó nước thải là vấn đề lớn trong ngành bia, có ảnh hưởng và tác động trực tiếp tới môi trường sống

I.4.1) Khí thải [13]

Hơi phát sinh từ quá trình nấu, hơi khí nén bị rò rỉ, bụi từ quá trình chuẩn bị nguyên liệu

Nguồn bụi phát sinh chủ yếu trong nhà máy bao gồm trong quá trình chuẩn bị nguyên liệu, quá trình tiếp liệu, quá trình xay malt, quá trình nghiền gạo... Tuy nhiên tải lượng bụi ở đây rất khó ước tính phụ thuộc nhiều vào các yếu tố như loại nguyên liệu, độ ẩm của nguyên liệu, tình trạng/tính năng của thiết bị máy móc...

Nhiệt tỏa từ quá trình nấu, nồi hơi (nguồn nhiệt rất lớn) và từ hệ thống làm lạnh (nguồn nhiệt lạnh) và tiếng ồn do thiết bị sản xuất (máy bơm, máy lạnh, băng chuyền...) ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của công nhân và môi trường xung quanh.

I.4.2) Chất thải rắn [12]

Các chất thải rắn chính của quá trình sản xuất bia bao gồm bã hèm, bã men, các mảnh thủy tinh từ khu vực đóng gói, bột trợ lọc từ khu vực lọc, bột giấy từ quá trình rửa chai, giấy, nhựa, kim loại từ các bộ phận phụ trợ, xỉ than, dầu thải, dầu phanh. Bã hèm và bã men là chất hữu cơ, sẽ gây mùi cho khu vực sản xuất nếu không thu gom và xử lý kịp thời.

Bảng 1.10 : Lượng chất thải rắn phát sinh khi sản xuất 1 hectolit bia

Chất ô nhiễm	Đơn vị	Lượng	Tác động
Bã hèm	kg	21 – 27	Ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Nấm men	kg	3 – 4	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	Ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Nhân, giấy	kg	1,5	Ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Bột trợ lọc	kg	0,2 – 0,6	Ô nhiễm nguồn nước, đất, gây mùi khó chịu
Plastic	kg	-	Tải lượng chất thải rắn cao, bãi chứa lớn
Kim loại	kg	-	Tải lượng chất thải rắn cao, bãi chứa lớn

I.4.3) Nước thải [12]**I.4.3.1) Nguồn gốc phát sinh nước thải trong quy trình sản xuất bia.**

Gồm 2 nguồn thải:

❖ Nước thải sinh hoạt: Có lưu lượng không lớn

❖ Nước thải sản xuất: bao gồm

▪ *Nước thải lọc bã hèm*: Nước thải phát sinh từ giai đoạn lọc hèm nên chúng bị nhiễm bẩn bởi các chất hữu cơ, cặn bã hèm, các vi sinh vật.

▪ *Nước thải lọc dịch đường*: Nước thải này thường bị nhiễm bẩn chất hữu cơ, lượng Gluco trong nước này cũng ở mức cao, là môi trường thuận lợi cho sự phát triển của các loại vi sinh vật. Có độ đục và độ màu khá cao.

▪ *Nước thải từ các thiết bị trao đổi nhiệt*: Là dòng thải có lưu lượng lớn nhất, nhưng được xem như là sạch. Mặc dù có nhiệt độ cao từ 45-50⁰C và có thể lẫn một ít lượng dầu mỡ không đáng kể.

▪ *Nước thải từ quá trình rửa chai*: Đây là một trong những dòng thải có độ ô nhiễm cao nhất trong dây chuyền sản xuất bia. Về nguyên lý để đóng chai thì chai phải được rửa qua các bước: rửa với nước nóng, rửa bằng dung dịch kiềm loãng nóng (1-3% NaOH), tiếp đó là rửa sạch bản và nhãn bên ngoài chai và 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, nước thải phát sinh từ quá trình rửa chai có độ pH cao khi được tập trung vào dòng thải của cả quy trình khiến cho dòng thải của cả quy trình có pH kiềm tính.

▪ *Nước thải phát sinh từ các thiết bị lọc bụi và bãi thải xỉ than*: có lưu lượng và hàm lượng cặn lơ lửng (bụi than) rất lớn. Dòng thải này xuất hiện khi nồi hơi được cung cấp nhiệt nhờ than.

▪ *Nước thải từ quá trình rửa thiết bị*: thường có hàm lượng chất hữu cơ cao đồng thời chứa dầu mỡ, cặn và trong trường hợp rửa nồi hơi có thể chứa cả acid và kiềm.

Lưu lượng dòng thải và đặc tính dòng thải trong công nghệ sản xuất bia, còn biến đổi theo chu kỳ và mùa sản xuất.

I.4.3.2) Đặc tính và tải lượng của nước thải phát sinh trong quy trình sản xuất bia

Tuy các nhà máy bia khác nhau về phương pháp lên men, về sự quản lý nội vi, tải lượng nước thải và hàm lượng các chất ô nhiễm, nhưng nước thải của các nhà máy bia vẫn có các đặc tính chung:

- * Hàm lượng chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học cao
- * Hàm lượng chất rắn (dạng tổng số, dạng lơ lửng) trong nước cao, do còn lẫn nhiều xác men, bã.
- * Nhiệt độ cao.
- * pH dao động mạnh và thay đổi khá lớn từ mức acid mạnh đến kiềm mạnh.
- * Thường có màu xám đen.
- * Có các hóa chất được sử dụng trong quá trình sản xuất như xút, soda...

Tải lượng các chất ô nhiễm trong nước thải của ngành bia khá cao. Hàm lượng các chất ô nhiễm có trong nước thải thường vượt quá tiêu chuẩn cho phép.

Bảng 1.11: Tính chất nước thải từ sản xuất bia

Thông số	Đơn vị tính	Khoảng giá trị	QCVN 40:2011		Tác động đến môi trường
			A	B	
pH		6 – 8	6–9	5,5–9	-
BOD ₅	mg/l	900 – 1.400	≤ 30	≤ 50	Ô nhiễm
COD	mg/l	1.700 – 2.200	≤ 75	≤ 150	Ô nhiễm
SS	mg/l	500 – 600	≤ 50	≤ 100	Gây ngạt thở cho thủy sinh
Tổng N	mg/l	30	≤ 20	≤ 40	Gây hiện tượng phú dưỡng
Tổng P	mg/l	22 – 25	≤ 4	≤ 6	Kích thích thực vật phát triển
NH ₄ ⁺	mg/l	13 – 16	≤ 5	≤ 10	Độc hại cho cá nhưng lại thúc đẩy thực vật phát triển

Ghi chú: * Các thông số quy định trong tiêu chuẩn, chưa xét hệ số liên quan đến dung tích nguồn tiếp nhận và hệ số theo lưu lượng nguồn thải.

A – Thải vào nguồn tiếp nhận dùng cho mục đích sinh hoạt.

B – Nguồn tiếp nhận khác, ngoài loại A.

Thành phần nước thải sản xuất bia thường vượt rất nhiều lần quy chuẩn Việt Nam, nếu không được xử lý trước khi thải ra ngoài nguồn tiếp nhận thì đây sẽ là nguồn gây ảnh hưởng đến môi trường nước và sức khỏe con người

CHƯƠNG II : CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI

II.1) Tổng quan về các phương pháp xử lý nước thải [1]

Trong xử lý nước thải, người ta phân biệt 3 phương pháp xử lý nước thải:

- Xử lý cơ học
- Xử lý hóa – lý
- Xử lý sinh học

II.1.1) Phương pháp xử lý cơ học

Phương pháp xử lý cơ học sử dụng nhằm mục đích tách các chất không hòa tan và một phần các chất ở dạng keo ra khỏi nước thải. Những công trình xử lý cơ học bao gồm:

- *Song chắn rác*: Chắn giữ các cặn bản có kích thước lớn hay dạng sợi: giấy, rau cỏ, rác v.v... được gọi chung là rác. Rác được chuyển tới máy nghiền để nghiền nhỏ, sau đó đổ trở lại trước song chắn rác hoặc chuyển tới bể phân huỷ cặn (bể metanten). Trong thời gian gần đây người ta áp dụng loại song chắn rác liên hợp vừa chắn giữ vừa nghiền rác.

- *Bể lắng cát*: Tách các chất bản vô cơ có trọng lượng riêng lớn hơn nhiều so với trọng lượng riêng của nước thải như xỉ than, cát v.v... ra khỏi nước thải. Cát từ bể lắng cát đưa đi phơi khô ở trên sân phơi và cát khô thường được sử dụng lại cho những mục đích xây dựng.

- *Bể vớt dầu mỡ*: Thường được áp dụng khi xử lý nước thải có chứa dầu mỡ (nước thải công nghiệp), nhằm tách các tạp chất nhẹ. Đối với nước thải sinh hoạt khi hàm lượng dầu mỡ không cao thì việc vớt dầu mỡ thực hiện ngay ở bể lắng nhờ thiết bị gạt chất nổi.

- *Bể lọc*: Nhằm tách các chất ở trạng thái lơ lửng kích thước nhỏ bằng cách cho nước thải đi qua lớp lọc đặc biệt hoặc qua lớp vật liệu lọc, sử dụng chủ yếu cho một số loại nước thải công nghiệp.

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

Để tăng hiệu suất công tác của các công trình xử lý cơ học có thể dùng biện pháp thoáng gió sơ bộ, thoáng gió đông tụ sinh học, hiệu quả xử lý đạt tới 75% theo hàm lượng chất lơ lửng và 40-45% theo BOD

Trong số các công trình xử lý cơ học phải kể đến cả bể tự hoại, bể lắng hai vỏ, bể lắng trong có ngăn phân hủy là những công trình vừa để lắng vừa để phân hủy cặn lắng.

Nếu điều kiện địa phương cho phép thì sau xử lý cơ học nước thải được khử trùng và xả vào nguồn, nhưng thông thường thì xử lý cơ học chỉ là giai đoạn xử lý sơ bộ trước cho quá trình xử lý sinh học.

II.1.2) Phương pháp xử lý hóa-lý

Thực chất của phương pháp xử lý hóa học là đưa vào nước thải chất phản ứng nào đó để gây tác động với các tạp chất bẩn, biến đổi hóa học, tạo thành chất khác dưới dạng cặn hoặc chất hòa tan nhưng không độc hại hay gây ô nhiễm môi trường. Ví dụ phương pháp trung hòa nước thải chứa axit và kiềm, phương pháp ôxy hóa v.v...

Ở phương pháp hóa lý thường áp dụng để xử lý nước thải là keo tụ, hấp thu, trích ly, bay hơi, tuyển nổi...

Căn cứ vào điều kiện địa phương và yêu cầu vệ sinh mà phương pháp hóa lý là giải pháp cuối cùng hoặc là giai đoạn xử lý sơ bộ cho các giai đoạn xử lý tiếp theo.

II.1.3) Phương pháp xử lý sinh học

Dựa vào sự sống và hoạt động của các vi sinh để ôxy hóa chất bẩn hữu cơ ở dạng keo và hòa tan có trong nước thải.

Những công trình xử lý sinh hóa phân thành 2 nhóm:

- Những công trình trong đó quá trình xử lý thực hiện trong điều kiện tự nhiên.
- Những công trình trong đó quá trình xử lý thực hiện trong điều kiện nhân tạo.

Những công trình xử lý sinh học thực hiện trong điều kiện tự nhiên là: Cánh đồng tưới, bãi lọc, hồ sinh học v.v... Quá trình xử lý diễn ra chậm, dựa chủ yếu vào nguồn oxy và vi sinh có trong đất và nước.

Những công trình xử lý sinh học trong điều kiện nhân tạo là: Bể lọc sinh học (Biôphin), bể làm thoáng sinh học (Aerotan) v.v... Do các điều kiện tạo nên bằng nhân tạo mà quá trình xử lý diễn ra nhanh hơn, cường độ mạnh hơn.

Quá trình xử lý sinh học trong điều kiện nhân tạo có thể đạt mức hoàn toàn (xử lý sinh học hoàn toàn) với BOD giảm tới 90-95% và không hoàn toàn với BOD giảm tới 40-80%

Giai đoạn xử lý sinh học tiến hành sau giai đoạn xử lý cơ học. Bể lắng sau giai đoạn xử lý cơ học gọi là bể lắng đợt I. Để chắn giữ màng sinh học (sau bể Biôphin) hoặc bùn hoạt tính (sau bể Aerotan) dùng bể gọi là bể lắng đợt II.

Trong trường hợp xử lý trên bể Aerotan thường đưa một phần bùn hoạt tính trở lại bể Aerotan để tạo điều kiện cho công trình đạt hiệu quả cao hơn. Phần bùn hoạt tính còn lại gọi là bùn hoạt tính dư, thường đưa tới bể nén bùn để làm giảm thể tích trước khi đưa vào bể Metanten để thực hiện quá trình lên men.

Quá trình xử lý sinh học trong điều kiện nhân tạo không loại trừ triệt để các loại vi khuẩn, nhất là vi trùng gây bệnh. Bởi vậy sau giai đoạn xử lý sinh học trong điều kiện nhân tạo cần thực hiện giai đoạn khử trùng nước thải trước khi xả vào nguồn.

Trong quá trình xử lý nước thải bằng bất kỳ phương pháp nào cũng tạo nên một lượng cặn đáng kể (bằng 0,5-1% tổng lưu lượng nước thải). Các chất lơ lửng không hòa tan ở bể lắng đợt I gọi là cặn tươi, cặn giữ lại ở bể lắng II gọi là màng vi sinh (sau bể Biôphin) hoặc bùn hoạt tính (sau bể aerotan)

Nói chung các loại cặn trên đều có mùi hôi thối khó chịu (nhất là cặn tươi) và nguy hiểm về mặt vệ sinh. Do vậy nhất thiết phải xử lý cặn thích đáng. Để giảm hàm lượng chất hữu cơ trong cặn và để đạt các chỉ tiêu vệ sinh thường áp dụng phương pháp xử lý sinh học kỵ khí trong các công trình tự hoại, bể lắng hai vỏ hoặc bể metanten.

Bể tự hoại và bể lắng hai vỏ thực hiện đồng thời hai nhiệm vụ: lắng cặn và lên men cặn lắng.

Bể Metanten là công trình tương đối hiện đại chỉ ứng dụng để lên men cặn lắng. Đôi khi bể này cũng còn được sử dụng để xử lý sơ bộ nước thải công nghiệp có nồng độ cao.

Để giảm độ ẩm của cặn đã lên men thường sử dụng các công trình: hồ bùn (đối với trạm xử lý nhỏ), sân phơi bùn, thiết bị sấy khô bằng cơ học, lọc chân không, lọc ép... Khi lượng cặn khá lớn có thể sử dụng phương pháp sấy nhiệt.

II.2) Một vài phương pháp ứng dụng trong xử lý nước thải Bia

II.2.1) Song chắn rác [1]

Để chắn giữ những rác bản thô (giấy, rau cỏ, rác...) người ta dùng song chắn rác. Song chắn rác là công trình xử lý sơ bộ để chuẩn bị điều kiện cho việc xử lý nước thải sau đó. Trường hợp ở trạm bơm chính đã đặt song chắn rác với kích thước 16 mm thì không nhất thiết phải đặt nó ở trên trạm xử lý nữa (đối với trạm công suất nhỏ).

Song chắn rác gồm các thanh đan sắp xếp cạnh nhau ở trên mương dẫn nước. Khoảng cách giữa các thanh đan gọi là khe hở (mắt lưới). Song chắn rác có thể phân thành:

- + Theo khe hở: ☐ Loại thô (30-200 mm)
☐ Loại trung bình (5-25 mm)
- + Theo đặc điểm cấu tạo: ☐ Loại cố định
☐ Loại di động
- + Theo phương pháp lấy rác: ☐ Loại thủ công
☐ Loại cơ giới

II.2.2) Bể lắng [1]

Lắng là phương pháp đơn giản nhất để tách các chất bản không hòa tan ra khỏi nước thải. Tùy theo công dụng của bể lắng trong dây chuyền công nghệ mà người ta phân biệt bể lắng đợt I và đợt II. Bể lắng đợt I đặt trước công trình xử lý sinh học. Bể lắng đợt II đặt sau công trình xử lý sinh học.

Có thể phân biệt các loại bể lắng dựa trên:

+ Theo chế độ làm việc: ☐ Bể lắng hoạt động gián đoạn

☐ Bể lắng hoạt động liên tục

+ Theo chiều nước chảy trong bể: ☐ Bể lắng ngang

☐ Bể lắng đứng

☐ Bể lắng Radian

+ Ngoài ra: ☐ Bể lắng trong: một bể chứa đứng có buồng keo tụ bên trong

☐ Bể lắng tầng mỏng là một bể chứa hoặc kín hoặc hở.

II.2.3) Bể điều hòa [2]

Lưu lượng và chất lượng nước thải từ hệ thống công thu gom chảy vào hệ thống xử lý thường xuyên dao động theo các giờ trong ngày. Khi hệ số không điều hòa $K > 1,4$, xây dựng bể điều hòa để các công trình xử lý làm việc với lưu lượng đều trong ngày sẽ kinh tế hơn.

Có 2 loại bể điều hòa: ☐ Bể điều hòa cả lưu lượng và chất lượng

☐ Bể điều hòa chỉ điều hòa lưu lượng

II.2.4) Bể tuyển nổi [3]

Là phương pháp dựa trên nguyên tắc: Các phân tử phân tán trong nước có khả năng tự lắng kém, nhưng có khả năng kết dính vào các bọt khí nổi lên trên bề mặt nước. Sau đó người ta tách các bọt khí cùng các phân tử dính ra khỏi nước. Thực chất đây là quá trình tách bọt hoặc làm đặc bọt. Trong một số trường hợp, quá trình này cũng được dùng để tách các chất hòa tan như các chất hoạt động bề mặt

Tuyển nổi có thể đặt ở giai đoạn xử lý sơ bộ (bậc 1) trước khi xử lý cơ bản (bậc II) - bể tuyển nổi có thể thay thế cho bể lắng, trong dây chuyền nó đứng trước hoặc sau bể lắng, đồng thời cũng có thể ở giai đoạn xử lý bổ sung (hay triệt để - cấp III) sau xử lý cơ bản.

Có hai hình thức tuyển nổi với:

- Sục khí ở áp suất khí quyển gọi là tuyển nổi bằng không khí.

- Bảo hòa không khí ở áp suất khí quyển sau đó thoát khí ra khỏi nước ở áp suất chân không gọi là tuyển nổi chân không.

II.2.5) Bể trung hòa [3]

Nước thải thường có những giá trị pH khác nhau. Muốn nước thải được xử lý tốt bằng phương pháp sinh học phải tiến hành trung hòa và điều chỉnh pH về vùng 6,6-7,6.

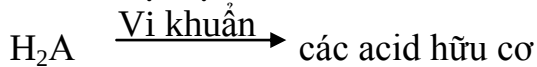
Trung hòa bằng cách dùng các dung dịch acid hoặc muối acid, các dung dịch kiềm hoặc oxit kiềm để trung hòa dịch nước thải.

II.2.6) Bể UASB [3]

Là một bể xử lý sinh học kỵ khí, áp dụng quá trình lên men khí metan, được sử dụng khá phổ biến hiện nay. Quy trình công nghệ gồm ba giai đoạn:

- Giai đoạn lỏng hóa nguyên liệu đầu để vi khuẩn dễ sử dụng các chất dinh dưỡng

- Giai đoạn tạo thành acid



- Giai đoạn tạo thành metan



Các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu suất quá trình phân hủy yếm khí tạo thành khí metan:

- Nhiệt độ : tối ưu ở 35⁰C. Có thể thực hiện ở điều kiện ấm (30-35⁰C) hoặc nóng (50-55⁰C). Khi nhiệt độ dưới 10⁰C vi khuẩn tạo metan hầu như không hoạt động.
- Liều lượng nạp nguyên liệu (bùn) và mức độ khuấy trộn
- Tỷ số C/N: tỷ số tối ưu cho quá trình là (25-30)/1
- pH: tối ưu từ 6,5-7,5
- Dòng vi khuẩn , thời gian lưu nước, không chứa các hóa chất độc, đặc biệt là kim loại nặng

Sản phẩm khí thường có hàm lượng CH_4 vào khoảng 65-70%, CO_2 vào khoảng 25-30% và lượng nhỏ các khí khác. Lượng bùn tích tụ ở dưới đáy bể được định kỳ xả ra ngoài

II.2.7) Bể Aeroten [2]

Là công trình làm bằng bê tông, bê tông cốt thép... với mặt bằng thông dụng là hình chữ nhật. Hỗn hợp bùn và nước thải cho chảy qua suốt chiều dài của bể

Bùn hoạt tính là loại bùn xốp chứa nhiều vi sinh có khả năng oxy hóa và khoáng hóa các chất hữu cơ chứa trong nước thải. Để giữ cho bùn hoạt tính ở trạng thái lơ lửng và để đảm bảo oxy dùng cho quá trình oxy hóa các chất hữu cơ thì phải luôn đảm bảo việc thoáng gió

Thời gian nước lưu trong bể Aeroten không lâu quá 12 giờ (thường là 4-8 giờ).

Bể aeroten được phân loại dựa trên :

+ Theo nguyên lý làm việc:

- Bể aeroten thông thường: ☐ Bể aeroten xử lý sinh hóa không hoàn toàn
☐ Bể aeroten xử lý sinh hóa hoàn toàn

-Bể aeroten sức chứa cao

+ Theo sơ đồ công nghệ:

-Aeroten một bậc

-Aeroten hai bậc

+ Theo cấu trúc dòng chảy

- Bể aeroten - đẩy

- Bể aeroten - trộn

- Bể aeroten kiểu hỗn hợp

+ Theo phương pháp làm thoáng

- Aeroten làm thoáng bằng bơm khí nén

- Aeroten làm thoáng bằng máy khuấy cơ học

- Aeroten làm thoáng kết hợp

- Aeroten làm thoáng áp lực thấp, tức là không dùng bơm khí nén mà dùng quạt gió

II.2.8) Bể khử trùng [2]

Nước thải sau khi xử lý bằng phương pháp sinh học còn chứa khoảng 10^5 - 10^6 vi khuẩn trong 1ml. Hầu hết các loại vi khuẩn có trong nước thải không phải là vi trùng gây bệnh, nhưng không loại trừ khả năng tồn tại một vài loại vi khuẩn gây bệnh nào đó. Nếu xả nước thải ra nguồn cấp nước, ao, hồ,..., thì khả năng lan truyền bệnh sẽ rất lớn. Do đó phải có biện pháp tiệt trùng nước thải trước khi xả ra nguồn tiếp nhận. Các biện pháp thường dùng trong quá trình khử trùng là dùng hóa chất như clo hơi, hypoclorit-canxi dạng bột ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), nước zavel (NaClO), ozon, hoặc tia cực tím (UV)

CHƯƠNG III: ĐỀ XUẤT VÀ LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN XỬ LÝ NƯỚC THẢI SẢN XUẤT BIA

III.1) Cơ sở lựa chọn quy trình xử lý nước thải sản xuất bia

Khi lựa chọn một công nghệ xử lý nước thải cần phải căn cứ vào các yêu cầu sau:

- ✓ Lưu lượng, thành phần và tính chất của nước thải.
- ✓ Diện tích mặt bằng hiện có, cũng như các điều kiện mà nhà máy có thể chấp nhận.
- ✓ Tiêu chuẩn đầu ra của dòng thải.
- ✓ Đặc tính của nguồn tiếp nhận.
- ✓ Kinh phí đầu tư ban đầu và chi phí vận hành.
- ✓ Đảm bảo khả năng xử lý khi nhà máy mở rộng sản xuất...

III.2) Đặc trưng nước thải của cơ sở lựa chọn thiết kế và yêu cầu xử lý

III.2.1) Đặc trưng nước thải của cơ sở lựa chọn thiết kế

Nước thải ngành sản xuất bia có: + $BOD_5 = 1600 \text{ mg/l}$
+ $COD = 3000 \text{ mg/l}$
+ $SS = 400 \text{ mg/l}$
+ Tổng Nitơ = 60 mg/l
+ Tổng Photpho = 8 mg/l

III.2.2) Phân tích đặc trưng nước thải để lựa chọn công nghệ thiết kế

Ta thấy $BOD_5/COD = 0,6$ nằm trong khoảng $0,5 - 0,75$ chứng tỏ hàm lượng chất hữu cơ trong dòng thải khá cao nên để xử lý đạt hiệu quả cao tốt hơn hết ta dùng biện pháp xử lý sinh học, vì nước thải trong sản xuất bia chứa chủ yếu là các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học: Protein, acid hữu cơ,...

Do nồng độ chất hữu cơ trong nước thải khá lớn nồng độ COD là 3000 mg/l nên công nghệ xử lý sinh học kết hợp hai quá trình kỵ khí và hiếu khí.

Công nghệ xử lý kỵ khí bể UASB là phù hợp so với yêu cầu của hệ thống xử lý nước thải sản xuất bia, nhờ vào các ưu điểm của công trình như vận hành

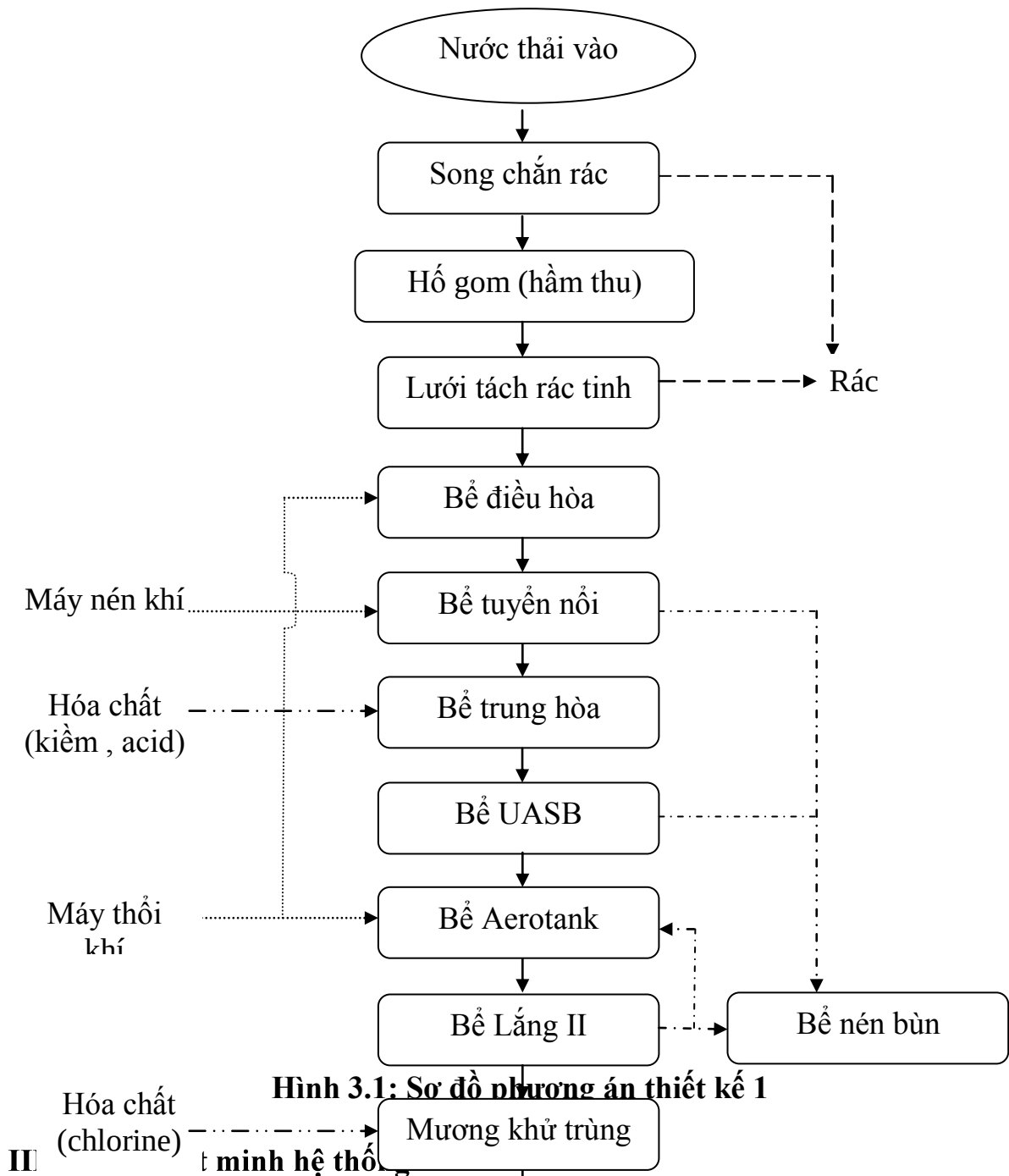
đơn giản, chịu được tải trọng cao, lượng bùn sinh ra rất ít, có thể điều chỉnh tải trọng theo thời kỳ sản xuất bia. Ngoài ra bùn có khả năng tách nước tốt, nhu cầu cung cấp chất dinh dưỡng thấp, năng lượng tiêu thụ ít, thiết bị đơn giản công trình ít tốn diện tích và không phát sinh mùi khó chịu.

Nước thải sau khi qua bể UASB có nồng độ COD khoảng 400-800 mg/l chưa đạt tiêu chuẩn xả thải do đó cần phải tiếp tục xử lý sinh học hiếu khí. Trong công nghệ xử lý hiếu khí, có rất nhiều đơn vị công trình xử lý sinh học hiếu khí khác nhau như: các dạng hồ xử lý tự nhiên, hồ làm thoáng cơ học, mương oxy hóa, bể Aerotank, bể lọc sinh học, bể tiếp xúc... Cần phải lựa chọn sao cho phù hợp với điều kiện thực tế (lưu lượng, nồng độ các chất ô nhiễm, vị trí nơi xử lý, đặc điểm nguồn tiếp nhận) và chọn tỷ lệ F/M cho hệ thống là rất quan trọng. Do đó chọn bể Aeroten là thích hợp.

Do SS=400mg/l nên phải cần dùng thêm bể lắng đợt I hoặc bể tuyển nổi để giảm bớt hàm lượng SS khi đi vào bể UASB và bể Aeroten.

III.3) Phương án thiết kế 1

III.3.1) Sơ đồ hệ thống

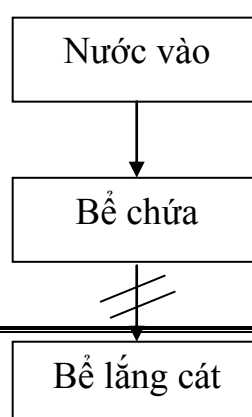


Nước thải từ các khâu sản xuất được thu gom vào hệ thống cống dẫn vào trạm xử lý. Tại đây, rác sẽ được thu gom và chở đến bãi rác để xử lý. Nước thải sau khi qua song chắn rác được dẫn đến hố gom rồi qua lưới chắn rác tinh nhằm loại bỏ một lượng lớn cặn, bã hèm giúp giảm tải,

tránh gây tắc nghẽn cho các công trình phía sau. Nước từ hồ gom được bơm vào bể điều hoà để ổn định lưu lượng, nhiệt độ và nồng độ chất ô nhiễm của nước thải, giảm kích thước các công trình phía sau. Trong bể điều hoà có bố trí hệ thống phân phối khí nhằm tránh các hạt cặn lơ lửng lắng xuống, tránh sinh mùi hôi. Tiếp đến nước thải được đưa vào bể tuyển nổi nhằm giảm lượng cặn để đảm bảo nước thải vào công trình xử lý sinh học phía sau có $SS < 150 \text{ mg/l}$, để đảm bảo hiệu quả của công trình. Bể trung hòa, tại đây nước thải được châm hóa chất để điều chỉnh pH nước thải đến giá trị phù hợp trước khi vào bể UASB. Nước thải sau đó được dẫn qua các công trình xử lý sinh học. Tại bể kỵ khí UASB nhờ hoạt động phân huỷ của các VSV kỵ khí biến đổi chất hữu cơ thành các dạng khí sinh học, chính các chất hữu cơ tồn tại trong nước thải là các chất dinh dưỡng cho các VSV. Sau khi qua bể kỵ khí nước thải tiếp tục đến bể Aerotank. Tại bể Aerotank, các chất hữu cơ còn lại sẽ được phân huỷ bởi các VSV hiếu khí, hiệu quả xử lý của bể Aerotank đạt từ 75-90%. Sau thời gian lưu nước nhất định nước được đưa sang bể lắng II để lắng các bông bùn hoạt tính. Bùn từ đáy bể lắng II được đưa vào hồ thu bùn có 2 ngăn một phần bùn trong bể sẽ được bơm tuần hoàn lại bể Aerotank nhằm duy trì nồng độ bùn hoạt tính trong bể, phần bùn dư được đưa qua bể nén bùn. Tại bể nén bùn bùn dư được nén bằng trọng lực nhằm giảm thể tích của bùn. Bùn sau khi nén được đưa qua máy ép băng tải và mang đi chôn lấp hợp vệ sinh hay làm phân bón. Nước sau khi qua lắng tiếp tục cho qua mương khử trùng trước khi xả ra nguồn thải.

III.4) Phương án thiết kế 2

III.4.1) Sơ đồ hệ thống



Điều chỉnh pH, t⁰

Tuần hoàn bùn

QCVN 40/2011
BTNMT cột B

Hình 3.4. Sơ đồ phương án thiết kế 2

III.4.2) Thuyết minh hệ thống

Nước thải từ công đoạn sản xuất và vệ sinh thiết bị được tập trung vào bể chứa, sau khi qua song chắn rác thô nhằm loại bỏ những tạp chất có kích thước lớn như bao nilon, nhãn mác hỏng,... Sau đó nước thải được đưa qua bể lắng cát dùng để lắng cát. Từ đây, nước thải đưa vào bể điều hòa, tại đây nước thải được điều chỉnh pH và sục khí để chuẩn bị tốt cho các công trình sinh học phía sau. Sau đó nước thải được bơm vào bể UASB. Ở đây diễn ra các quá trình chuyển hóa các hợp chất có khả năng phân hủy sinh học với sự tham gia của các vi khuẩn lên men kỵ khí. Sản phẩm hình thành bao gồm một số hợp chất dễ phân hủy sinh học, CH_4 , CO_2 , H_2S , NH_3 ,... Nước sau xử lý kỵ khí được chảy vào bể bùn hoạt tính hiếu khí, nước sau xử lý hiếu khí được đưa qua bể lắng nhằm tách bùn hoạt tính. Phần bùn lắng được tuần hoàn trở lại bể hiếu khí nhằm cân bằng lượng vi sinh trong bể. Phần bùn dư từ bể UASB, Aerotank và 2 bể lắng được đưa vào bể nén bùn. Còn phần nước thải sau khi ra khỏi bể lắng sẽ tiếp tục được chuyển qua bể khử trùng và cuối cùng là được thải ra nguồn tiếp nhận.

III.5) Phân tích và lựa chọn phương án thiết kế**III.5.1) Phân tích các phương án thiết kế**

Phương án 1: - Hệ thống có khả năng chịu đựng được các thay đổi lớn, đột ngột về lưu lượng và hàm lượng các chất hữu cơ.

- Vốn đầu tư của cả hệ thống xử lý tương đối thấp
- Bể bùn hoạt tính là loại bể có giá vận hành cao nhất trong các loại bể xử lý sinh học.
- Hệ thống dễ bảo quản và dễ khắc phục khi có sự cố
- Bùn cặn sinh ra được xử lý triệt để, phát sinh ra mùi hôi trong quá trình xử lý (bể nén bùn)
- Hệ thống hoạt động đơn giản, dễ vận hành, không đòi hỏi kỹ thuật cao, phù hợp với lao động phổ thông

Phương án 2: - Cũng như phương án 1 chỉ có khác là không thiết kế bể tuyển nổi mà thay vào đó là dùng bể lắng cát

- Diện tích đất ít vì hệ thống không dùng tuyển nổi mà chỉ dùng lắng cát, không tốn kém hóa chất.

III.5.2) Lựa chọn phương án thiết kế

Tuy phương án 2 là khả thi nhất về mặt kinh tế. Tiết kiệm diện tích đất để xây dựng hệ thống xử lý, cũng như chi phí vận hành. Nhưng để đảm bảo hiệu quả xử lý nước thải sản xuất bia thì phương án 1 tối ưu hơn, vì khi ta dùng thêm tuyển nổi sẽ giúp giảm tải cho UASB, giảm hàm lượng SS trước khi vào UASB thì khi xử lý COD sẽ đạt hiệu quả cao hơn.

☐ Để đảm bảo hiệu quả xử lý nước thải sản xuất bia của hệ thống thì ta lựa chọn phương án 1

CHƯƠNG IV: TÍNH TOÁN MỘT SỐ CÔNG TRÌNH ĐƠN VỊ TRONG HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SẢN XUẤT BIA

IV.1) Nước thải đầu vào có các đặc trưng.

Lưu lượng thiết kế: $Q_{tk} = 3000 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$

Lưu lượng trung bình giờ: $Q_h^{tb} = 125 \text{ m}^3/\text{h}$

Lưu lượng trung bình giây: $Q_s^{tb} = 34,72 \text{ l/s}$

Lưu lượng giờ lớn nhất: $Q_h^{max} = Q_h^{tb} \times K_o$

Trong đó: K_o là hệ số không điều hòa chung của nước thải

Bảng 4.1: Hệ số điều hòa chung (TCXDVN 51:2008)

$Q_{tb,s}$ (l/s)	5	15	20	50	100	300	500	1000	≥ 5000
K_o (max)	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44

Lưu lượng giờ lớn nhất: $Q_h^{max} = 125 \times 1,9 = 237,5 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Bảng 4.2: Thông số nước thải đầu vào

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Nước thải trước xử lý	QCVN : 40/2011 BTNMT (loại B)
1.	pH	-	8	5.5- 9
2.	Hàm lượng cặn lơ lửng	mg/l	400	100
3.	BOD ₅	mg/l	1600	50
4.	COD	mg/l	3000	150
5.	Tổng Nito	mg/l	60	40
6.	Tổng Photpho	mg/l	8	6

IV.2) SONG CHẮN RÁC THÔ:

IV.2.1) Nhiệm vụ:

Giữ lại các thành phần rác có kích thước lớn như: lá cây, bao nilon... nhờ đó tránh làm tắt máy bơm, đường ống. 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.

IV.2.2) Tính toán:

Song chắn rác được đặt nghiêng một góc 60° so với mặt đất.

Số khe hở của song chắn rác

$$n = \frac{Q_{\max}}{b \cdot h \cdot v_{\max}} \times k_0$$

Trong đó:

- $Q_s^{\max}$: lưu lượng lớn nhất của dòng thải (m^3/s).

$$Q_s^{\max} = \frac{Q_h^{\max}}{3600} = 0.066 \text{ m}^3/s.$$

- b : bề rộng khe hở giữa các song chắn rác (mm), từ $15 \div 25$ mm.

Chọn $b = 20$ mm

- k_0 : hệ số tính đến độ thu hẹp của dòng chảy khi sử dụng công cụ cào rác cơ giới, $k_0 = 1,05$.
- h : chiều sâu mực nước qua song chắn (m) thường lấy bằng chiều sâu mực nước trong mương dẫn. Chọn $h = 0,1$ m.
- $v_{\max}$: tốc độ chuyển động của nước thải trước song chắn rác ứng với lưu lượng lớn nhất, từ $0,6 \div 1,0$ m/s. Chọn $v_{\max} = 1$ m/s.[3]

$$\Rightarrow n = \frac{0,066 \times 1,05}{0,02 \times 0,1 \times 1} = 34,65 \text{ (khe)} \Rightarrow \text{Chọn } n = 35 \text{ khe.}$$

Chiều rộng song chắn rác:

$$B_s = S(n - 1) + b \cdot n = 8 \times (35 - 1) + 20 \times 35 = 972 \text{ mm chọn } B_s = 1,0 \text{ (m).}$$

Trong đó:

- S : là bề rộng thanh đan hình chữ nhật, chọn $S = 8$ mm
- $(n-1)$: số thanh đan của song chắn rác

Kiểm tra lại tốc độ dòng chảy ở phần mở rộng trước song chắn ứng với lưu lượng nước thải $Q_{\max} = 0.066 \text{ m}^3/s$. Vận tốc nước không được nhỏ hơn $0,3$ m/s.[5]

$$v_{\text{ktra}} = \frac{Q_{\max}}{B_s \times h} = \frac{0,066}{1,0 \times 0,1} = 0,66 \text{ (m/s)}$$

Tổn thất áp lực qua song chắn rác:

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

Trong đó:

- $v_{\max} = 1 \text{ m/s}$
- g : gia tốc trọng trường (m/s^2)
- k : hệ số tính đến sự tăng tổn thất do rác đọng lại ở song chắn.
 $k = 2 \div 3$, chọn $k = 3$.
- ξ : hệ số tổn thất cục bộ tại song chắn rác phụ thuộc vào tiết diện thanh song chắn được tính bởi:

$$\xi = \beta \left(\frac{S}{b} \right)^{4/3} \sin \alpha$$

β : hệ số phụ thuộc tiết diện ngang của thanh. Hình chữ nhật với bề mặt tròn $\beta = 1,83$

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

$$\xi = 1,83 \times \left(\frac{0,008}{0,02} \right)^{4/3} \sin 60^\circ = 0,47$$

$$\Rightarrow h_s = \frac{0,47 \times 1^2}{2 \times 9,81} \times 3 = 0,072 \text{ (mH}_2\text{O)}$$

Chiều dài đoạn kênh mở rộng trước song chắn:

$$L_1 = \frac{B_s - B_k}{2 \tan \varphi} = \frac{1,0 - 0,3}{2 \times \tan 20^\circ} = 0,96 \text{ (m)}$$

Trong đó:

- φ : góc mở rộng của buồng đặt song chắn rác. Chọn $\varphi = 20^\circ$
- B_k : chiều rộng của mương dẫn nước thải vào. Chọn $B_k = 0,3 \text{ m}$

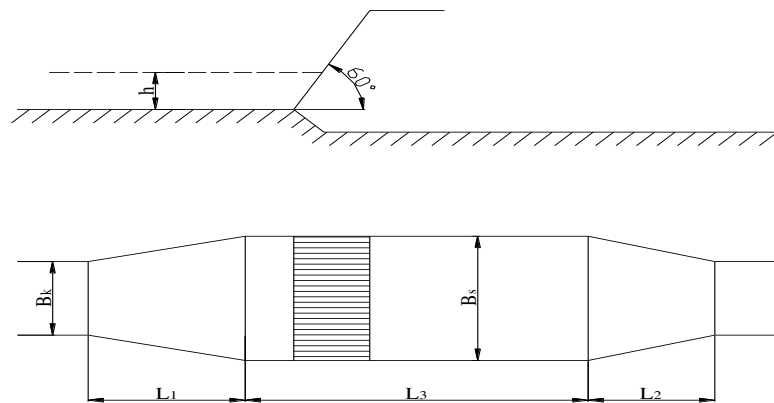
Chiều dài đoạn thu hẹp sau song chắn:

$$L_2 = 0,5 \times L_1 = 0,5 \times 0,96 = 0,48 \text{ (m) chọn } L_2 = 0,48 \text{ (m)}$$

Chiều dài xây dựng mương đặt song chắn rác:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 0,96 + 0,48 + 1,2 = 2,64 \text{ (m)}$$

- L_3 : chiều dài buồng đặt song chắn rác, $L_3 > 1 \text{ m}$ chọn $L_3 = 1,2 \text{ m}$

**Hình 4.1: Sơ đồ song chắn rác.**

Sau khi qua song chắn rác thì nồng độ SS, BOD₅ giảm 4%. Vậy nồng độ SS, BOD₅ của nước thải còn lại:

- SS = $400 \times (100 - 4)\% = 384 \text{ mg/l}$
- BOD₅ = $1600 \times (100-4)\% = 1536 \text{ mg/l}$

Bảng 4.3: Các thông số xây dựng mương đặt song chắn rác

STT	Tên thông số	Đơn vị	Số liệu thiết kế
1	Bề rộng khe	mm	20
2	Số khe hở	khe	18
3	Chiều rộng mương dẫn nước vào	m	0,2
4	Chiều rộng song chắn	m	0,7
5	Chiều dài đoạn kênh trước song chắn	m	0.41
6	Chiều dài đoạn thu hẹp sau song chắn	m	0.21
7	Chiều dài mương đặt song chắn	m	1.82

IV.3) HẦM TIẾP NHẬN:

IV.3.1) Nhiệm vụ:

Giúp các công trình đơn vị phía sau không phải thiết kế âm sâu trong đất.

IV.3.2) Tính toán:

Kích thước hầm:

Thể tích hầm tiếp nhận:

$$V = Q_h^{\max} \times t = 237,5 \times \frac{20}{60} = 79,16 \text{ (m}^3\text{)}$$

Với t: thời gian lưu trong hầm tiếp nhận, t = 10 – 30 phút. Chọn t = 20 phút.

Chọn chiều sâu hữu ích của bể $h_i = 3,5$ m.

Chọn chiều cao bảo vệ $h_{bv} = 0,5$ m.

Vậy chiều sâu tổng cộng của hầm tiếp nhận:

$$H = 3,5\text{m} + 0,5\text{m} = 4,0(\text{m}).$$

Diện tích hầm tiếp nhận:

$$S = \frac{v}{h_i} = \frac{79,16}{3,5} = 22.62 \text{ (m}^2\text{)}$$

➤ chọn S = 24 (m²)

Chọn chiều dài hầm L = 6m và chiều rộng B = 4 m

Tính toán bơm để bơm sang hệ thống xử lý phía sau:

Chọn loại bơm nhúng chìm đặt tại hầm thu gom có $Q_b = Q_h^{\max} = 237,5(\text{m}^3/\text{h})$.

Công suất của bơm

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q_h^{\max}}{1000 \cdot \eta} = \frac{1000 \times 9,81 \times 10 \times 273,5}{1000 \times 0,75 \times 3600} = 8,63 \text{ kw}$$

$Q_h^{\max}$: Lưu lượng nước thải theo giờ lớn nhất, (m³/h).

H: Cột áp của bơm, H = 10m H₂O (Cột áp H = 8÷10m).

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

g: Gia tốc trọng trường, $g = 9,81\text{m/s}^2$.

η : Hiệu suất của bơm, $\eta = 0,73 - 0,93$. Chọn $\eta = 0,8$.

Công suất thực tế của bơm(với hệ số an toàn là $\beta = 1,2$)

$$N_{tt} = \beta \times N = 1,2 \times N = 1,2 \times 8,63 = 10,36 \text{ (kw)}.$$

β : hệ số an toàn dựa vào bảng sau:

Bảng 4.4: Bảng hệ số an toàn

N(kw)	β
≤ 1	2 – 1.5
1 – 5	1.5 – 1.2
5 – 50	1.2 – 1.15
>50	1.1

Tính toán ống dẫn nước:

Đường kính ống dẫn nước thải lên song chắn rác tinh

Lưu lượng nước thải $Q_h^{\max} = 237,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 237,5}{2 \times 3600 \times 3,14}} = 0,2(\text{m}).$$

Trong đó:

- $Q_h^{\max}$: Lưu lượng giờ lớn nhất (m^3/h)
- v : vận tốc nước vào(có bơm từ 1 – 2 m/s), chọn $v = 2 \text{ m/s}$.

Bảng 4.5: Bảng tổng kết số liệu thiết kế hầm tiếp nhận

STT	Tên thông số	Đơn vị	Số liệu thiết kế
1	Chiều rộng hầm tiếp nhận (W)	m	4
2	Chiều dài hầm tiếp nhận (L)	m	6
3	Chiều sâu hầm tiếp nhận (H)	m	$3,5 + 0,5 = 4$
4	Công suất bơm	kw	8,63

IV.4) SONG CHẮN RÁC TINH:**IV.4.1) Nhiệm vụ:**

Giữ lại các thành phần rác có kích thước nhỏ.

IV.4.2) Tính toán:

Bảng 4.6: Thông số thiết kế lưới chắn rác tinh (hình nêm)

Thông số	Đơn vị	Lưới cố định	Lưới quay
Hiệu quả khử cặn lơ lửng	%	5 - 25	5 - 25
Tải trọng	$\text{l/m}^2 \cdot \text{phút}$	400 - 1200	600 - 4600
Kích thước mắt lưới	mm	0,2 – 1,2	0,25 – 1,5
Tổn thất áp lực	m	1,2 – 2,1	0,8 -1,4
Công suất motor	HP	-	0,5 - 3
Chiều dài trống quay	m	-	1,2 – 3,7
Đường kính trống	m	-	0,9 – 1,5

Chọn lưới cố định có kích thước mắt lưới $d = 0,35\text{mm}$, tương ứng với tải trọng $L_A = 700 (\text{l/m}^2.\text{phút})$.

Giả sử lưới chắn rác được chọn thiết kế có kích thước:

$$B \times L \times H = 1\text{m} \times 1,5\text{m} \times 1,5\text{m}$$

Diện tích bề mặt lưới yêu cầu:

$$A = \frac{Q_h^{\max}}{L_A} = \frac{237,5 \times 1000}{700 \times 60} = 5,654 (\text{m}^2)$$

Số lưới chắn rác:

$$n = \frac{A}{B \times L} = \frac{5,654}{1 \times 1,5} = 3,769 (\text{lưới}) \Rightarrow \text{Chọn số lưới chắn } n = 4$$

Diện tích bề mặt thực tế:

$$A = n \times B \times L = 4 \times 1 \times 1,5 = 6 (\text{m}^2)$$

Tải trọng bề mặt làm việc thực tế là:

$$L_A = \frac{Q_h^{\max}}{A} = \frac{237,5 \times 1000}{6 \times 60} = 659,7 (\text{l/phút.m}^2)$$

Sau khi qua song chắn rác thì nồng độ chất rắn lơ lửng giảm 15%, BOD_5 giảm 4%, COD giảm 6%.

Vậy nồng độ ô nhiễm của nước thải còn lại:

- $\text{SS} = 384 \times (100 - 15)\% = 326,4 \text{ mg/l}$
- $\text{BOD}_5 = 1536 \times (100 - 4)\% = 1474,56 \text{ mg/l}$
- $\text{COD} = 2400 \times (100 - 6)\% = 2256 \text{ mg/l}$

IV.5) BỂ ĐIỀU HÒA:

IV.5.1) Nhiệm vụ:

Điều hòa lưu lượng và nồng độ chất hữu cơ, tránh cạn lắng.

Làm thoáng sơ bộ, qua đó oxy hóa một phần các chất hữu cơ.

Tăng cường hiệu quả xử lý nước thải

Tạo điều kiện thuận lợi cho các chất lơ lửng và chất nổi trong nước thải phân bố đồng nhất trước khi qua các công trình xử lý phía sau.

Tăng hiệu quả khử BOD.

IV.5.2) Tính toán:

Thời gian lưu nước trong bể là $t = 4 - 12$ giờ, chọn $t_{\text{lưu}} = 5$ h

(Lâm Minh Triết – Nguyễn Thanh Hùng – Nguyễn Phước Dân, 2010, *Xử lý nước thải đô thị & công nghiệp – Tính toán thiết kế công trình*, NXB Đại học Quốc gia Tp.Hồ Chí Minh).

Thể tích bể cần thiết là:

$$V_{\text{ct}} = Q_{\text{tb}}^h \times t = 125 \times 5 = 625 \text{ m}^3$$

$$L \times B = 11 \text{ m} \times 9 \text{ m}$$

- Chiều sâu mực nước: $H = 6 \text{ m}$
- Chiều cao bảo vệ: $H_{\text{bv}} = 0,5 \text{ m}$
- Chiều cao tổng cộng của bể: $H_t = 6 + 0,5 = 6,5 \text{ m}$

$$\Rightarrow \text{Thể tích thực tế bể điều hòa, } V_{\text{đh}} = 11 \times 9 \times 6,5 = 643,5 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow \text{Chọn } V_{\text{tđh}} = 644 \text{ m}^3.$$

❖ **Tính toán lượng khí cần để xáo trộn trong bể :**

Sử dụng khí nén, tốc độ $R = 12 \text{ l/m}^3 \cdot \text{phút}$

Lượng khí nén cần thiết cho xáo trộn:

$$q_{\text{khí}} = R \times V_{\text{ct}} = 0,012 \text{ m}^3/\text{phút} \cdot \text{m}^3 \times 625 \text{ m}^3 = 7,5 (\text{m}^3/\text{phút}) = 125 (\text{l/s}).$$

Trong đó:

R : tốc độ khí nén, $R = 12 \text{ l/m}^3 \cdot \text{phút} = 0,012 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{phút}$, chọn theo bảng

Lưu lượng khí thổi qua đĩa là $0,02 - 0,12 \text{ m}^3/\text{phút}$

Chọn đĩa có lưu lượng khí: $r = 0,12 \text{ m}^3/\text{phút}$

Số đĩa khuếch tán khí

$$n = \frac{Q_{\text{khí}}}{r} = \frac{7,5}{0,12} = 62,5 (\text{cái})$$

❖ **Tính toán ống dẫn khí:**

Khí được dẫn từ máy thổi khí qua đường ống chính, sau đó khí được dẫn qua 6 ống nhánh.

Mỗi ống nhánh nhỏ cách thành bể $0,5$ mét và cách ống kế bên $1,6$ mét.

Lưu lượng khí trong mỗi ống nhánh nhỏ:

$$Q_{\text{ống}} = \frac{q_{\text{khí}}}{6} = \frac{60 \times 7.5}{6} = 75 (\text{m}^3 / \text{h}) = 0,021 (\text{m}^3 / \text{s}).$$

Tốc độ khí đặc trưng trong ống dẫn có thể chọn dựa vào bảng sau:

Bảng 4.7: Mối quan hệ giữa vận tốc và đường kính ống dẫn khí

Đường kính, mm	Vận tốc, m/s
25 – 75	6 – 9
100 – 250	9 – 15
300 – 610	14 – 20
760 – 1500	19 – 33

Chọn vận tốc trong ống chính $v = 15 \text{ m/s}$

Đường kính ống chính:

$$D = \sqrt{\frac{q_{\text{khí}} \times 4}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{7,5 \times 4}{3,14 \times 60 \times 15}} = 0,103 \text{ m}$$

Chọn ống thép có đường kính $d = 110 \text{ mm}$.

Vận tốc khí trong ống chính

$$v = \frac{q_{\text{khí}} \times 4}{\pi \times D^2} = \frac{7,5 \times 4}{3,14 \times 60 \times 0,11^2} = 13,2 \text{ m/s (thỏa mãn } 9 - 15 \text{ m/s)}$$

Đường kính ống nhánh:

Chọn vận tốc trong ống nhánh $v_n = 9 \text{ m/s}$

$$d = \sqrt{\frac{Q_{\text{ô nh}} \times 4}{\pi \times v_n}} = \sqrt{\frac{0,021 \times 4}{3,14 \times 9}} = 0,0545 \text{ m} = 54,5 \text{ mm}$$

Chọn ống nhánh được làm bằng thép có đường kính $d = 0,055 \text{ m}$.

Vận tốc trong ống nhánh:

$$v_n = \frac{Q_n \times 4}{\pi \times d^2} = \frac{0,021 \times 4}{3,14 \times 0,055^2} = 8,84 \text{ m/s (thỏa } 6 - 9 \text{ m/s)}$$

❖ **Tính toán các ống dẫn nước vào và ra khỏi bể điều hoà:**

Nước thải từ hầm tiếp nhận được bơm lên lưới tách rác tinh với $d = 0,2\text{m}$. Chọn đường kính ống dẫn nước đổ từ lưới tách rác tinh xuống bể điều hoà cũng là $d = 0,2\text{m}$.

Chọn vận tốc ống dẫn nước, $v = 1,5\text{m/s}$, $v = 0,8 - 2 \text{ (m/s)}$

Đường kính ống:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{tb}}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 3000}{\pi \times 1,5 \times 3600 \times 24}} = 0,171(\text{m})$$

Vậy chọn đường kính ống là $d = 170\text{mm}$

Kiểm tra lại vận tốc:

$$v = \frac{4 \times Q_h^{tb}}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 125}{\pi \times 0,17^2 \times 3600} = 1,53(\text{m/s}) \quad (\text{tmđk})$$

Bảng 4.8: Các thông số thiết kế cho bể điều hoà

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
<i>Phần thiết kế xây dựng</i>			
1	Lưu lượng giờ trung bình, Q	m ³ /giờ	125
2	Thời gian lưu nước, t	giờ	5
3	Thể tích hữu dụng, V _{hd} (1 đơn nguyên)	m ³	625
4	Thể tích xây dựng, V _{xd}	m ³	644
5	Kích thước (mặt bằng hình chữ nhật 1 đơn nguyên):		
	Chiều dài	m	11
	Chiều rộng,	m	9
	Sâu tổng cộng, H	m	6.5

IV.6) BỂ TUYỂN NỔI:

IV.6.1) Nhiệm vụ:

Thiết bị tuyển nổi dùng để tách cặn hoặc dầu, mỡ ra khỏi nước. Quá trình tách cặn, dầu, mỡ xảy ra khi hòa tan vào nước những bọt khí nhỏ. Các bọt khí này bám vào các hạt cặn làm cho tỷ trọng của tổ hợp cặn khí giảm, lực đẩy nổi xuất hiện, khi lực đẩy nổi đủ lớn, hỗn hợp cặn, khí nổi lên mặt nước và được gạt ra ngoài. Do chất lơ lửng trong nước thải giấy chủ yếu là bã men có kích thước

nhỏ và cặn nhẹ khó lắng, nên ta dùng bể tuyển nổi sẽ làm giảm được thời gian lắng và dung tích bể.

IV.6.2) Tính toán thiết kế

Kết quả thực nghiệm cho mô hình tuyển nổi không tuần hoàn

- Ở tỉ số khí/chất rắn, $A/S = 0,03$ mg khí/ mg chất rắn đạt hiệu quả tối ưu
- Nhiệt độ trung bình 27°C
- Độ hòa tan của không khí $S_a = 16,4$ (ml/l)
- Tỉ số bão hòa $f = 0,5$
- Ở tải trọng bề mặt tuyển nổi $48 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$ ngày đạt hiệu quả khử cặn lơ lửng

90%, khử dầu mỡ 85 %

- Hàm lượng COD qua tuyển nổi giảm 50% và BOD_5 giảm 36%

(Trang 451 – Lâm Minh Triết và cộng sự - Xử lý nước thải đô thị & công nghiệp)

Áp suất yêu cầu theo cột áp:

$$\left(\frac{A}{S}\right) = \frac{1,3 \times s_a \times (f \times P - 1)}{S_a}$$

Trong đó:

- A/S : tỉ số, khí/chất rắn, ml khí/mg chất rắn. Chọn $A/S = 0,03$
- f : Phần khí hòa tan ở áp suất P , thông thường $f = 0,5$
- S_a : Hàm lượng bão hòa, mg/l, $S_a = 326,4$ mg/l
- s_a : Độ hòa tan của không khí $s_a = 16,4$ ml/l
- P : Áp suất trong bình áp lực (at), được xác định:

$$0,03 = \frac{1,3 \times 16,4 \times (0,5 \times P - 1)}{326,4}$$

Vậy: $p = 2,92 \text{ atm} = 188,7 \text{ kPa}$

Lưu lượng thiết kế: $Q = Q_h^{\text{tb}} = 125 \text{ m}^3/\text{h} = 2,0833 \text{ m}^3/\text{phút}$

Thể tích bình áp lực

$$V = Q \times t = \frac{125}{60} \times 2 = 4,17 \text{ (m}^3\text{)}$$

Với t = thời gian lưu nước ở bình áp lực (0,5 – 3) phút. Chọn $t = 2$ phút

Chọn chiều cao bình áp lực $H = 2\text{m}$. Vậy đường kính cột áp lực:

$$D = \sqrt{\frac{V \times 4}{H \times \pi}} = \sqrt{\frac{4,17 \times 4}{2 \times \pi}} = 1,63 \text{ (m)}$$

⇒ Chọn đường kính bình áp lực $D = 1,7 \text{ m}$

Thiết kế bể tuyển nổi hình chữ nhật:

Lưu lượng thiết kế: $Q = Q_h^{tb} = 125 \text{ m}^3/\text{h} = 2,0833 \text{ m}^3/\text{phút}$

Chọn thời gian lưu nước trong bể tuyển nổi là 20 phút (20 – 60 phút).

Chọn tải trọng bề mặt tuyển nổi $48 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$

Chọn chiều cao phần tuyển nổi: $H_n = 3 \text{ m}$

Diện tích bề mặt tuyển nổi:

$$A = \frac{Q}{L_A} = \frac{3000 \text{ m}^3/\text{ngày}}{48 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}} = 62,5 \text{ m}^2$$

Chia làm 2 bể với diện tích bề mặt $A_1 = A_2 = A/2 = 31,25 \text{ (m}^2\text{)}$

Chọn bể hình chữ nhật, kích thước tiết diện mặt bể: $L \times B = 6 \text{ m} \times 5,2\text{m}$

Chọn chiều dài của ngăn phân phối nước ra: $L_{ra} = 0,8\text{m}$

Vậy chiều dài tổng cộng của bể là: $L_{tc} = L + L_{ra} = 6 + 0,8 = 6,8\text{m}$

Chiều sâu tổng cộng của bể tuyển nổi: $H = H_n + h_b + h_{bv}$

Trong đó:

H_n : Chiều cao phần tuyển nổi, $H_n = 3\text{m}$

h_b : chiều cao phần bùn lắng, $h_b = 0,7\text{m}$

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

⇒ $H = 3 + 0,7 + 0,5 = 4,2 \text{ m}$

Thể tích bể tuyển nổi xây dựng:

$$V = L \times B \times H = 6,8 \times 5,2 \times 4,2 = 148,512 \text{ (m}^3\text{)}$$

Thể tích của vùng tuyển nổi:

$$V = L \times B \times H = 6 \times 5,2 \times 3 = 93,6 \text{ (m}^3\text{)}.$$

Kiểm tra thời gian lưu nước của bể tuyển nổi:

$$t = \frac{W}{Q} = \frac{60 \times 93,6}{125} = 45 \text{ (phút) thỏa mãn (20 – 6 phút).}$$

Hiệu quả xử lý:

Qua bể tuyển nổi hàm lượng chất ô nhiễm SS, BOD, COD lần lượt giảm 85%, 30%, 40%.

$$C_{SS} = 326,4 \times (100 - 85)\% = 48,96 \text{ (mg/l)}$$

$$C_{BOD} = 1474,56 \times (100 - 30)\% = 1032,192 \text{ (mg/l)}$$

$$C_{COD} = 2256 \times (100 - 40)\% = 1353,6 \text{ (mg/l)}$$

Bảng 4.9: Các thông số thiết kế cho tuyển nổi.

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
<i>Phần thiết kế xây dựng (thời gian lưu 45 phút)</i>			
1	Chiều dài, L	m	6,8
2	Chiều rộng, B	m	5,2
3	Chiều cao, H	m	4,2

IV.7) BỂ TRUNG HÒA:

IV.7.1) Nhiệm vụ:

Dùng năng lượng cánh khuấy tạo ra dòng chảy rối để trộn đều nước thải với các hoá chất cho vào để điều chỉnh pH nước thải nằm trong khoảng thích hợp trước khi xử lý bằng phương pháp sinh học và cung cấp thêm dinh dưỡng cho hoạt động của vi sinh vật.

IV.7.2) Tính toán:

Thể tích bể trung hòa: $V = Q_h^{tb} \times t = 125 \times 5/60 = 10,42 \text{ (m}^3\text{)}$

Trong đó:

- Q_h^{tb} : lưu lượng nước thải vào bể trong 1 giờ (m^3/h).
- t: thời gian lưu nước (giờ), chọn t = 5 phút.
- Diện tích bể trung hòa : $F = \frac{Q}{h} = \frac{125}{2,5} = 50 \text{ (m}^2\text{)}$

Trong đó:

h: chiều cao bể, chọn h = 2,5m.

Kích thước bể : $L \times B \times h = 5\text{m} \times 4\text{m} \times 2,5\text{m}$

Chiều cao thực tế của bể : $h_{xd} = 2,5 + 0,3 = 2,8(m)$

Bảng 4.10: Các thông số thiết kế cho bể trung hòa

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
<i>Phần thiết kế xây dựng</i>			
1	Chiều dài, L	M	5
2	Chiều rộng, B	M	4
3	Chiều cao, h_{xd}	M	2.5

Các thông số ô nhiễm nước thải qua bể trung gian với thời gian lưu ngắn 5 phút, xem như không thay đổi.

IV.8) BỂ UASB:

IV.8.1) Nhiệm vụ của bể:

Xử lý sinh học bằng vi sinh kỵ khí nhằm phân hủy chất hữu cơ, vô cơ, xử lý ổn định cặn, xử lý nước thải hàm lượng BOD, COD cao giảm tải trọng cho bể Aerotank xử lý hiệu quả.

Để duy trì sự ổn định của quá trình xử lý kỵ khí cần các yêu cầu sau:

- Không có oxy
- Không có hàm lượng quá mức của kim loại nặng
- Giá trị pH từ 6,6 – 7,6.
- Phải duy trì độ kiềm đủ khoảng 1000 – 1500 mg/l làm dung dịch đệm để ngăn cản pH giảm xuống dưới 6,2.
- Nhiệt độ của hỗn hợp nước thải 27 – 38°C.
- Phải có đủ chất dinh dưỡng theo tỷ lệ COD: N: P = 350:5:1 và nồng độ thấp của các kim loại.

(Theo TS. Trịnh Xuân Lai, 2000, *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*, NXB xây dựng.)

IV.8.2) Tính toán bể:

Bảng 4.11: Thông số đầu vào bể UASB

Chỉ tiêu đầu vào UASB	Đơn vị	Giá trị
pH		6,6 – 7,6
SS	mg/l	48,96
COD	mg/l	1353,6
BOD	mg/l	1032,192
N	mg/l	60

P	mg/l	8
---	------	---

Xác định hiệu quả xử lý:

- Hiệu quả xử lý BOD của bể UASB là 65%
 - ✓ Hàm lượng BOD sau khi ra khỏi bể UASB: $0,35 \times 1032,192(\text{mg/l}) = 361,267 (\text{mg/l})$
- SS giảm 20% sau xử lý bằng bể UASB.
 - ✓ Hàm lượng SS sau bể UASB: $48,96 (\text{mg/l}) \times 0,8 = 39,2 (\text{mg/l})$
- Chọn hiệu quả xử lý COD là 70% tại bể UASB
 - ✓ Nồng độ COD còn lại sau khi ra khỏi bể UASB:

$$\text{COD}_R = 1353,6 \times 0,3 = 406,08 (\text{mg/l})$$
- Lượng COD cần xử lý trong một ngày:

$$G = Q \times (\text{COD}_V - \text{COD}_R) = 3000 \times (1353,6 - 406,08) 10^{-3} = 2842,56 (\text{kg/ngày})$$
- Lượng N, P cần thiết cho vào nước đầu vào tính theo COD đã xử lý:
 - $N = \frac{5 \times 1353,6 \times 0,7}{350} = 13,536 \text{ mg/l}$
 - $P = \frac{1 \times 1353,6 \times 0,7}{350} = 2,707 \text{ mg/l}$

Kích thước bể

Thể tích phản ứng:

Bể UASB làm việc trong điều kiện $\text{SS} \leq 150 (\text{mg/L})$. Kiểm soát quá trình bùn yếm khí trong bể UASB ở dạng hạt.

$$V_n = \frac{Q(S_o - S)}{L_{org}} = \frac{G}{L_{org}}$$

Trong đó:

- V_n Thể tích hữu ích (m^3)
- v Vận tốc nước dâng trong bể UASB (m/s)
- Q Lưu lượng (m^3/h)
- V_L Thể tích thực phản ứng (m^3)
- S_o Nồng độ COD vào (kgCOD/m^3)

L_{org} Tải trọng hữu cơ thể tích (kgCOD/m³.ngày)

E Hệ số hiệu quả, là tỉ số giữa thể tích hữu ích trên thể tích thực
phần phản ứng, chọn E = 0,8

Bảng 4.12: Tải trọng chất hữu cơ dựa vào nồng độ nước thải

Nồng độ nước thải, mgCOD/l	Tỉ lệ COD không tan, %	Tải trọng thể tích ở 30 ⁰ C, kg COD/m ³ .ngày		
		Bùn bông	Bùn hạt (không khử SS)	Bùn hạt (khử SS)
≤ 2000	10 – 30	2 – 4	8 – 24	2 – 4
	30 - 60	2 – 4	8 – 14	2 – 4
2000 - 6000	10 – 30	3 – 5	12 – 18	3 – 5
	30 – 60	4 – 8	12 - 24	2 – 6
	60 - 100	4 – 8		2 – 6
6000 - 9000	10 – 30	4 – 6	15 – 20	4 – 6
	30 – 60	5 – 7	15 – 24	3 – 7
	60 - 100	6 – 8		3 – 8
9000 – 18000	10 – 30	5 – 8	15 – 24	4 – 6

(Nguồn: Xử lý nước thải đô thị & Công nghiệp – Lâm Minh Triết)

⇒ Chọn tải trọng thể tích hữu cơ là $L_{org} = 8(\text{kgCOD/m}^3.\text{ngày})$

Thể tích hữu ích:

$$V_n = \frac{G}{L_{org}} = \frac{2842,56}{8} = 355,32 \text{ m}^3$$

Thể tích thực:

$$V_L = \frac{V_n}{E} = \frac{355,32}{0,8} = 444,15 \text{ m}^3$$

Diện tích bề mặt bể: $A = \frac{Q_h^{tb}}{v}$

Trong đó:

Q_h^{tb} : lưu lượng trung bình đầu vào của nước thải m³/h

v: vận tốc dòng hướng lên, để giữ cho lớp bùn ở trạng thái lơ lửng, tốc độ nước dâng lên trong bể phải giữ trong khoảng 0,6÷0,9 m/h. chọn v = 0,8 m/h

(Trang 192 - TS. Trịnh Xuân Lai, 2000, Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải, NXB xây dựng.)

$$A = \frac{Q_h^{tb}}{v} = \frac{125}{0,8} = 156,25 \text{ m}^2$$

Chọn $A = 160 \text{ m}^2$

Kiểm tra lại vận tốc: $v = Q/A = 125/160 = 0,78 \text{ m/s}$ (Thỏa mãn $0,6 \div 0,9 \text{ m/h}$)

Xây dựng 2 đơn nguyên. Vậy diện tích của mỗi đơn nguyên là $F = 80 \text{ m}^2$

Chiều cao phần phản ứng (phần xử lý kỵ khí)

$$H_{kk} = \frac{V_n}{F} = \frac{355,32}{80} = 4,4415 \text{ m}$$

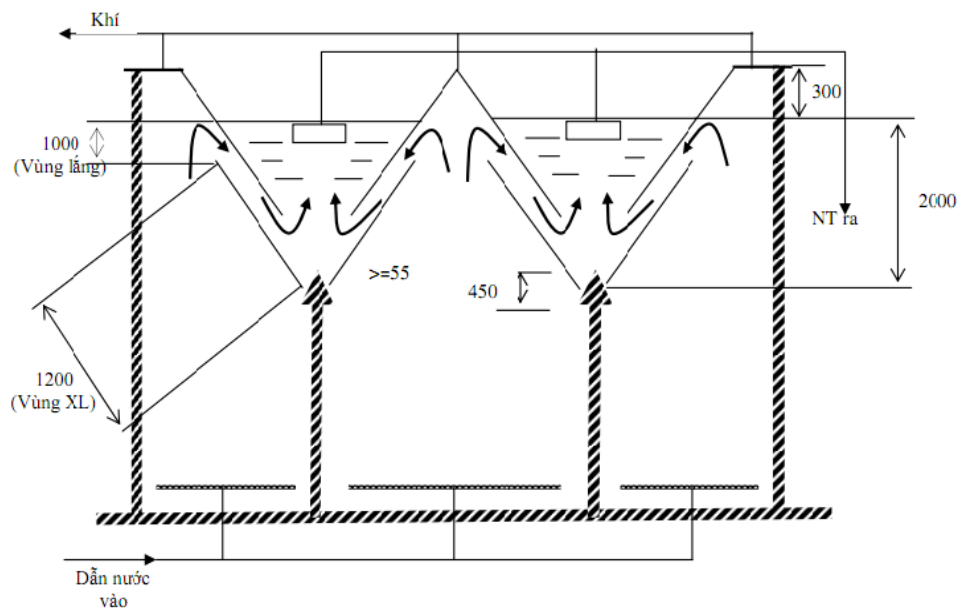
Chọn chiều cao mực nước vùng lắng (phễu thu khí) $H_2 = 1,5\text{m} > 1\text{m}$

(Theo TS. Trịnh Xuân Lai, 2000, *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*, NXB xây dựng).

Chiều cao bảo vệ $H_3 = 0,5\text{m}$

Chiều cao tổng cộng bể UASB là:

$H = H_{kk} + H_2 + H_3 = 4,4415 + 1,5 + 0,5 = 6,4415 \text{ m} \Rightarrow$ Chọn chiều cao $H = 7\text{m}$



Hình 4.2: Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc hoạt động bể UASB

(Theo hình 12-1 – T194 – *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải* - Trịnh Xuân Lai)

Vậy kích thước xây dựng mỗi bể UASB chọn:

Chiều dài $L = 10 \text{ m}$

Chiều rộng $B = 8 \text{ m}$

Chiều cao $H = 7 \text{ m}$

Thể tích xây dựng mỗi đơn nguyên của bể UASB:

$$V_{\text{bể}} = L \times B \times H = 10 \times 8 \times 7 = 560 \text{ m}^3$$

Thời gian lưu nước trong mỗi đơn nguyên của bể

$$HRT = \frac{V_{\text{ct}}}{Q/2} = \frac{L \times B \times (H_{\text{bể}} - H_3)}{Q/2} = \frac{10 \times 8 \times (7 - 0,5)}{125/2} = 8,32 \text{ h}$$

(Thỏa mãn HRT nằm trong khoảng $4 \div 12 \text{ h}$)

Tính chiều cao ngăn lắng:

Trong mỗi đơn nguyên bố trí 4 tấm chắn khí và 2 tấm hướng dòng. Nước trước khi đi vào ngăn lắng sẽ được tách khí ra khỏi hỗn hợp nước thải bằng các tấm tách khí đặt nghiêng so với phương ngang một góc từ $45 - 60^\circ$. Chọn góc nghiêng giữa các tấm khí và phương ngang là 55° . Các tấm này đặt song song nhau và chia bể thành 2 ngăn lắng.

Vì khi đặt ống thu khí cần phải trừ đi khoảng đặt ống và cũng nhằm mục đích tạo nắp bê tông cho việc giữ các tấm chắn khí.

$$K = L - 0,6 \times 4 = 10 - 0,6 \times 4 = 7,6 \text{ m}$$

Ta có:

$$\text{tg } 60^\circ = \frac{(H_{\text{nglắng}} + H_3)}{K/4}$$

Chiều cao ngăn lắng:

$$H_{\text{nglắng}} = \frac{K \times \text{tg} 60^\circ}{4} - H_3 = \frac{7,6 \times \text{tg} 60^\circ}{4} - 0,5 = 2,8 \text{ m}$$

Khi thiết kế bể UASB tổng chiều cao ngăn lắng $H_{\text{nglắng}}$ (kể cả chiều cao vùng lắng) và chiều cao bảo vệ chiếm trên 30% tổng chiều cao bể.

Kiểm tra lại

$$\frac{(H_{\text{nglắng}} + H_3)}{H} \times 100\% = \frac{2,8 + 0,5}{10} \times 100\% = 33\% > 30\%$$

⇒ Vậy chiều cao đã xác định là thích hợp

Thời gian lưu nước trong ngăn lắng

Với thể tích ngăn lắng: $V_{\text{lắng}} = H_{\text{ng.lắng}} \times L/2 \times B = 2,8 \times 10/2 \times 8 = 112(\text{m}^3)$.

$$t_{\text{lắng}} = \frac{V_{\text{lắng}}}{Q/2} = \frac{112}{125/2} = 1,8 \text{ (h)}$$

(Thỏa mãn điều kiện $t_{\text{lắng}} \geq 1\text{h}$, Công trình xử lý nước thải, TS. Trịnh xuân lai).

Tính tấm chắn khí và tấm hướng dòng

Bể với 2 ngăn lắng gồm 8 tấm chắn khí và 4 tấm hướng dòng.

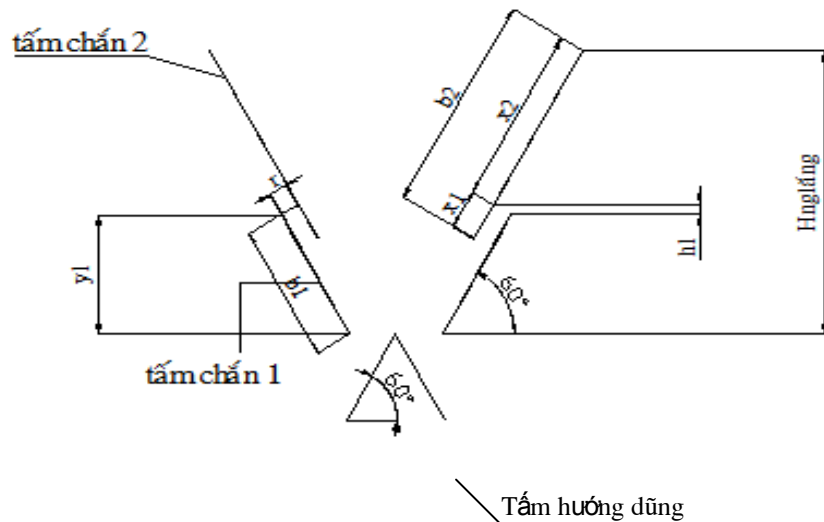
❖ Chọn khe hở giữa tấm chắn khí dưới và tấm chắn khí trên, giữa tấm chắn khí dưới và tấm hướng dòng là như nhau, cùng nghiêng một góc 60° .

❖ Tổng diện tích các khe hở chiếm từ 15- 20% diện tích của bể.

Chọn $F_{\text{khe}} = 15\%F_{\text{bể}}$

❖ Diện tích 1 khe hở: $F_{\text{khe}} = \frac{0,15 \times F_{\text{bể}}}{n} = \frac{0,15 \times 80}{8} = 1,5(\text{m}^2)$ với n số khe hở $n=8$.

❖ Bề rộng một khe hở: $b_k = \frac{F_{\text{khe}}}{B} = \frac{1,5}{8} = 0,188(\text{m})$



Hình 4.3: Tấm chắn khí và hướng dòng UASB

Tấm chắn khí dưới

Chiều dài $l_1 = B = 8(\text{m})$

Chiều rộng b_1 :

$$b_1 = \frac{H_{\text{nglắng}} - H_2}{\sin 60^\circ} = \frac{2,8 - 1,5}{\sin 60^\circ} = 1,5 \text{ m}$$

Chiều cao tấm chắn khí dưới: $h_1 = b_1 \times \sin 60^\circ = 1,3 \text{ m}$

Tấm chắn khí trên:

Đoạn xếp mí giữa hai tấm chắn khí lấy bằng lấy bằng 0,3m

Chiều dài $l_2 = B = 8(m)$

Chiều rộng $b_2 = x_1 + x_2$

$$b_2 = x_1 + \frac{H_2 + H_3 - h}{\sin 60^\circ} = 0,3 + \frac{1,5 + 0,5 - 0,094}{\sin 60^\circ} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Với } h = b_k \times \sin(90 - 60)^\circ = 0,188 \times \sin 30^\circ = 0,094 \text{ (m)}$$

Chọn $x_1 = 0,3m$, $x_2 = 2,2m$

Tấm hướng dòng

Tấm chắn dòng có chức năng ngăn chặn bùn đi lên từ phần xử lý yếm khí lên phần lắng để thu nước, được đặt nghiêng so với phương ngang một góc $\varphi = 55^\circ$ và cách tấm chắn khí dưới $b = 150mm$

- Góc đỉnh tấm hướng dòng: $\theta = 180 - 2\varphi = 70^\circ$
- Khoảng cách giữa 2 tấm chắn khí dưới là

$$l = 2X$$

$$\text{Với } X = \frac{B_{khe}}{\sin 60^\circ} = \frac{0,188}{\sin 60^\circ} = 0,22 \text{ m}$$

$$\text{Vậy } l = 2 \times 0,22 = 0,44 \text{ m}$$

Tấm hướng dòng có chức năng chặn bùn đi lên từ phần xử lý yếm khí lên phần lắng nên độ rộng đáy D giữa hai tấm hướng dòng phải lớn hơn l.

Đoạn nhô ra của tấm hướng dòng nằm bên dưới khe hở từ 10 - 20 cm, chọn phần nhô ra 130mm.

(Bảng 10 – 9/456 – Lâm Minh Triết – Nguyễn Thanh Hùng – Nguyễn Phước Dân, 2010, Xử lý nước thải đô thị & công nghiệp – Tính toán thiết kế công trình, NXB Đại học Quốc gia Tp.Hồ Chí Minh).

$$\rightarrow D = 440 + 260 = 700 \text{ mm}$$

- Chiều dài tấm hướng dòng $b = B = 8m$

Tính hệ thống phân phối nước:

Đối với bể UASB sử dụng bùn hoạt tính khi tải trọng xử lý $a > 4 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{ngày}$ thì từ 2 m^2 diện tích bề mặt bể trở lên ta bố trí một vị trí phân phối nước. (Theo Metcalf & Eddy – Waste water engineering treating)

Số đầu phân phối nước là:

$$\text{Số đầu phân phối} = \frac{A}{2 \text{ m}^2 / \text{đầu}} = \frac{80}{2} = 40 \text{ đầu}$$

Nước từ bể trung hòa được bơm vào bể UASB theo đường ống chính phân phối đều ra hệ thống 5 ống nhánh nhờ hệ thống van và đồng hồ đo lưu lượng đặt trên đường ống. Mỗi nhánh có 8 đầu phân phối, ống phân phối đặt cách đáy bể 300mm.

Đường kính ống chính:

Vận tốc nước chảy trong ống chính là ống đẩy của bơm dao động từ 1.4 – 2.5 m/s. Chọn $V_{\text{ống}} = 1.5 \text{ m/s}$

Đường kính ống chính:

$$D_{\text{ống}} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times 3000/2}{\pi \times 1.5 \times 24 \times 3600}} = 0.12 \text{ m}$$

Vậy chọn ống chính là ống nhựa PVC có đường kính $\varnothing 120 \text{ mm}$

Đường kính ống nhánh:

Vận tốc nước chảy trong ống nhánh $v = 2 - 4 \text{ m/s}$. Chọn $v = 3 \text{ m/s}$

➤ Lưu lượng trên mỗi ống nhánh:

$$q = \frac{Q}{5} = \frac{3000/2}{5} = 300 \text{ m}^3/\text{ngày}.$$

➤ Đường kính ống nhánh:

$$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 300}{\pi \times 3 \times 24 \times 3600}} = 0.038 \text{ m}$$

Chọn đường kính ống nhánh $d = 40 \text{ mm}$ được làm bằng nhựa PVC

➤ Kiểm tra lại vận tốc nước trong ống nhánh:

$$v = \frac{4 \times q}{\pi \times d^2} = \frac{4 \times 300}{3.14 \times 0.04^2 \times 24 \times 3600} = 2,8 \text{ (Thỏa mãn } v = 2 \div 4 \text{ m/s).}$$

Lỗ phân phối nước:

- Ta có: 1 ống nhánh có 8 đầu phân phối
- Tại 1 đầu phân phối nước ta bố trí 2 lỗ theo 2 phía của đường ống
- Lưu lượng qua lỗ phân phối: $q_{lỗ} = \frac{q}{16} = \frac{300}{16} = 18,75 \text{ m}^3/\text{ngày}$
- Vận tốc nước qua lỗ phân phối $v_{lỗ} = 1.5 \text{ m/s}$

Đường kính lỗ phân phối:

$$d_{lỗ} = \sqrt{\frac{4 \times q_{lỗ}}{\pi \times v_{lỗ}}} = \sqrt{\frac{4 \times 18,75}{\pi \times 1.5 \times 24 \times 3600}} = 0.0136 \text{ m} = 13,6 \text{ mm}$$

Chọn đường kính lỗ $d_{lỗ} = 14 \text{ mm}$, lỗ quay xuống dưới.

Kiểm tra lại vận tốc nước qua lỗ:

$$v = \frac{4 \times q_{lỗ}}{\pi \times d^2} = \frac{4 \times 18,75}{\pi \times 0.014^2 \times 24 \times 3600} = 1,41 (\text{đạt})$$

Lượng khí sinh ra trong bể UASB và ống thu khí**❖ Tính lượng khí sinh ra:**

- Lượng khí sinh ra trong bể = $0.5 \text{ m}^3/\text{kg COD}_{\text{loại bỏ}}$

$$Q_{\text{khí}} = 0.5 \text{ m}^3/\text{kg COD}_{\text{loại bỏ}} \times 3198 \text{ kg COD}_{\text{loại bỏ}} / \text{ngày} = 1599 \text{ m}^3 / \text{ngày}.$$

Trong đó: lượng khí Metan chiếm từ 70 – 80% → chọn 70%

- Thể tích khí metan sinh ra $0.7 \times 1599 = 1119 \text{ m}^3 / \text{ngày}.$

❖ Đường kính ống thu khí:

- Vận tốc khí trong ống $V_{\text{khí}} = 10 - 15 \text{ m/s}.$
- Chọn vận tốc khí trong ống $V_{\text{khí}} = 10 \text{ m/s}$
- Lắp 3 ống dẫn khí: 2 bên thành bể và một ống ở giữa bể dọc theo chiều dài bể

- Đường kính ống nhánh dẫn khí:

$$D_{\text{khí}} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{\text{khí}}}{\pi \times V_{\text{khí}} \times n}} = \sqrt{\frac{4 \times 1599}{\pi \times 10 \times 3 \times 24 \times 3600}} = 0.028 \text{ m} = 28 \text{ mm}$$

Trong đó:

n là số ống nhánh dẫn khí; $n = 3$ ống

Chọn đường kính ống dẫn khí $D_{\text{khí}} = 30 \text{ mm}$ làm bằng ống thép.

Đường kính ống dẫn khí chính $D = 50 \text{ mm}$

Lượng bùn sinh ra và ống thu bùn:

a) Lượng bùn sinh ra

Tính lượng bùn cần cho vào bể ở thời điểm ban đầu:

Chọn loại bùn nuôi cấy ban đầu cho vào bể UASB là bùn phân chuồng, hàm lượng bùn trong bể $C_{\text{ss}} = 20 - 80 (\text{kgVSS}/\text{m}^3)$.

(Theo bảng 2 – 12. Các loại bùn nuôi cấy ban đầu cho bể xử lý kỵ khí – Lâm Minh Triết, Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Phước Dân – Xử lý nước thải đô thị & công nghiệp, tính toán thiết kế công trình, NXB Đại học Quốc gia TP.HCM).

Lượng bùn nuôi cấy ban đầu cho vào bể:

$$M_{\text{bun}} = \frac{C_{\text{ss}} \times V_{\text{kk}}}{\text{TS}}$$

Trong đó:

- M_{bun} = lượng bùn nuôi cấy ban đầu cho vào bể, tấn.
- Thể tích ngăn phản ứng (thể tích phản xử lý kỵ khí), $V_{\text{kk}} = V_{\text{n}} = 399,7 (\text{m}^3)$.
- C_{ss} : Hàm lượng bùn trong bể chọn $C_{\text{ss}} = 30 \text{ kgSS}/\text{m}^3$
- TS: Hàm lượng chất rắn trong bùn nuôi cấy ban đầu, chọn $\text{TS} = 5\%$

$$M_{\text{bun}} = \frac{30 \text{ kgSS}/\text{m}^3 \times 399,7 \text{ m}^3}{0,05} \times \frac{1 \text{ tấn}}{1000 \text{ kg}} = 240 (\text{tấn})$$

b) Tính lượng bùn sinh ra hàng ngày

✓ Lượng sinh khối sinh ra mỗi ngày:

$$P_x = \frac{Y \left[\text{COD}_{\text{vao}} - \text{COD}_{\text{ra}} \right] \times Q}{1 + K_d \theta_c} = \frac{Y \times G}{1 + K_d \theta_c}$$

(Theo trang 548 – Lâm Minh Triết – Nguyễn Thanh Hùng – Nguyễn Phước Dân, 2010, Xử lý nước thải đô thị & công nghiệp - Tính toán thiết kế công trình, NXB Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh.)

Trong đó:

Y: Hệ số sản lượng sinh tế bào. $Y = 0,04 \text{ gVSS/gCOD}$

K_d : Hệ số phân hủy(1/ngày), $K_d = 0,025 \text{ ngày}^{-1}$

θ_c : Thời gian lưu bùn($\theta_c=2\div 3$ tháng), chọn $\theta_c = 60$ ngày

(Theo trang 197-TS. Trịnh Xuân Lai, 2000, *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải, NXB xây dựng*).

G: lượng COD cần khử trong 1 ngày

$$P_x = \frac{0,04 \text{ kgVSS / kgCOD} \times 3198 \text{ kg / ngày}}{\left[1 + \left(0,025 \frac{1}{\text{ngày}} \times 60 \text{ ngày} \right) \right]} = 51 (\text{kgVSS / ngày})$$

✓ Thể tích bùn sinh ra mỗi ngày:

Với: $MLVSS:MLSS=0,75(\text{kgVSS/kgSS})$

$$Q_w = \frac{P_x}{0,75 \frac{\text{kgVSS}}{\text{kgSS}} \times (C_{ss}) \frac{\text{kgSS}}{\text{m}^3}} = \frac{51 \text{ kgVSS / ngày}}{0,75 \text{ kgVSS / kgSS} \times 30 \text{ kgSS / m}^3} = 2,3 (\text{m}^3 / \text{ngày})$$

- Lượng bùn sinh ra trong 1 tháng là:

$$V_{\text{bùn}} = 2,3 \text{ m}^3 / \text{ngày} \times 30 \text{ ngày} = 69 (\text{m}^3)$$

- Lượng chất rắn từ bùn dư:

$$M_{ss} = Q_w \times C_{ss} = 2,3 \text{ m}^3 / \text{ngày} \times 30 \text{ kgSS / m}^3 = 69 (\text{kgSS / ngày})$$

- Chiều cao bùn trong 1 tháng của một bể:

$$h_{\text{bùn}} = \frac{V_{\text{bùn}}}{F_{\text{be}}} = \frac{69 / 2 \text{ m}^3}{80 \text{ m}^2} = 0,43 (\text{m})$$

c) Ống thu bùn

- Chọn thời gian xả bùn là 60 phút
- Lưu lượng bùn xả

$$Q_{\text{xả}} = \frac{V_{\text{bùn}}}{60 \text{ phút}} = \frac{69 \text{ m}^3}{60 \text{ phút}} = 1,15 (\text{m}^3 / \text{phút})$$

- Chọn 3 ống lấy bùn dọc theo chiều rộng của bể.
 - $Q_{\text{ống xả}} = 1,15 / 3 \text{ m}^3 / \text{phút} = 6,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$
- Bùn được bơm qua bể chứa bùn và qua hệ thống xử lý bùn

- Chọn ống xả bùn bằng inox, bùn được bơm ra với vận tốc khoảng $v=0,5 \div 2(m/s)$.

Chọn $v=1m/s$.

Đường kính ống xả bùn:

$$D_{ongxa} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{ongxa}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 6,4 \times 10^{-3} m^3/s}{\pi}} = 0,09(m)$$

Chọn đường kính ống xả bùn $\varnothing 100mm$.

Kiểm tra lại vận tốc trong ống xả bùn:

$$v = \frac{4 \times Q_{ong}}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 6,4 \times 10^{-3} m^3/s}{\pi \times 0,1^2} = 0,8(m/s) \text{ (thỏa mãn)}$$

Số lỗ đục trên ống thu bùn:

Chọn vận tốc đục qua lỗ thu bùn $v=0,6(m/s)$

Chọn đường kính lỗ $d_{lỗ}=40(mm)$

$$\text{Diện tích lỗ: } f_{lỗ} = \frac{\pi \times d_{lỗ}^2}{4} = \frac{\pi \times 0,04^2}{4} = 1,25 \times 10^{-3} (m^2) = 0,00125 (m^2)$$

Tổng diện tích lỗ trên một ống xả bùn:

$$F_{lo} = \frac{Q_{xa}}{v} = \frac{6,4 \times 10^{-3} m^3/s}{0,6m/s} = 0,01067(m^2)$$

Số lỗ trên 1 ống xả bùn là:

$$n = \frac{F_{lo}}{f_{lo}} = \frac{0,01067}{1,25 \times 10^{-3}} = 8,5 \text{ lỗ}$$

Chọn số lỗ đục là 10(lỗ).

Đường kính ống chính chọn $\varnothing = 160mm$

d) Lấy mẫu:

Lấy mẫu là để kiểm tra tính chất, chất lượng bùn, hệ vi sinh theo chiều cao của bể, kiểm tra nồng độ kiềm, độ dinh dưỡng trong bể.... Việc lấy mẫu bùn theo chiều cao và kiểm tra định kỳ là công việc rất cần thiết nhằm đảm bảo hiệu quả xử lý của bể như trong thiết kế.

Đọc chiều cao của bể đặt các van lấy mẫu. Với các mẫu thu được ở cùng một van, có thể ước đoán lượng bùn ở độ cao đặt van tương ứng. Dựa vào kết

quả đo đặc và quan sát chất lượng bùn, từ đó có những điều chỉnh thích hợp giúp hệ thống vận hành ở chế độ tốt nhất.

Trong điều kiện ổn định, tải trọng của bùn gần như không đổi, do đó mật độ bùn tăng lên đều đặn. Việc lấy mẫu nên thực hiện hàng ngày.

Khi mở van, cần điều chỉnh sao cho bùn ra từ từ để đảm bảo thu được lượng bùn đặc trưng giống trong bể, vì nếu mở lớn quá thì nước sẽ thoát nhiều hơn. Thể tích lấy mẫu thường là: $500 \div 1000(\text{ml})$

Bể cao 7m, có thể đặt dọc theo chiều cao của bể 6 van lấy mẫu, các van cách nhau 1m. Van dưới cùng cách đáy 0,5m.

Chọn ống và van lấy mẫu bằng nhựa PVC cứng $\varnothing 32\text{mm}$. Để tránh tắc cặn, sau mỗi lần lấy mẫu phải vệ sinh đầu ống để phòng ngừa bùn khô gây tắc ống.

Bảng 4.13: Thông số thiết kế bể UASB

STT	THÔNG SỐ	GIÁ TRỊ	ĐƠN VỊ
Kích thước xây dựng từng đơn nguyên của bể UASB			
1.	Chiều cao của bể H	7	m
2.	Chiều rộng bể B	8	m
3.	Chiều dài bể L	10	m
Tấm chắn khí dưới, tấm chắn khí trên và tấm hướng dòng có chiều dài $l = B = 8\text{m}$, và làm bằng thép không gỉ có bề dày là 6mm			
4.	Bề rộng một khe hở, b_{khe}	0.188	m
5.	Kích thước tấm chắn khí dưới, $b_1 \times B$	$1,5 \times 8$	m
6.	Kích thước tấm chắn khí trên, $b_2 \times B$	$2,5 \times 8$	m
7.	Độ rộng đáy giữa 2 tấm hướng dòng	0,7	m
Ống phối nước được chia thành 5 ống nhánh, đặt cách đáy bể 0,3 m			
8.	Đường kính ống chính	120	mm
9.	Đường kính ống nhánh	40	mm
10.	Số lỗ trên mỗi ống nhánh	8	lỗ
11.	Đường kính lỗ	14	mm
Máng thu nước đặt dọc chiều ngang bể, có hệ thống răng cưa gắn vào thành máng			
12.	Chiều dài máng l	8	m
13.	Chiều rộng máng R	0,3	m

STT	THÔNG SỐ	GIÁ TRỊ	ĐƠN VỊ
14.	Chiều cao máng	0,2	m
15.	Đường kính ống thoát	100	mm
Ống thu khí phân thành 3 điểm thu khí giữa bể và 2 bên thành			
16.	Đường kính ống chính	50	mm
17.	Đường kính ống nhánh	30	mm
Ống thu bùn được chia thành 3 ống nhánh đặt cách đáy 0,9 m			
18.	Đường kính ống nhánh thu bùn	100	mm
19.	Đường kính ống chính	160	mm
20.	Số lỗ trên ống thu	10	lỗ
21.	Đường kính lỗ	40	mm

IV.9) BỂ AEROTANK:

IV.9.1) Nhiệm vụ của bể

Loại bỏ các hợp chất hữu cơ hoà tan có khả năng phân huỷ sinh học nhờ quá trình vi sinh vật lơ lửng hiếu khí.

Các chất lơ lửng có thể là một số chất rắn có thể là chất hữu cơ chưa phải là dạng hòa tan. Các chất lơ lửng là nơi vi khuẩn bám vào để sinh trưởng, phát triển, thành các hạt cặn bông. Được gọi là quá trình xử lý bám dính lơ lửng.

Trong bể có bố trí hệ thống đĩa thổi khí nhằm cung cấp lượng oxy cần thiết cho quá trình hoạt động của vi sinh vật, đồng thời ngăn ngừa việc lắng bùn trong bể - tránh xảy ra sự phân huỷ yếm khí gây ảnh hưởng đến quá trình.

Điều kiện đầu vào bể Aerotank:

- Nhiệt độ nước thải 25 – 30°C
- Điều chỉnh pH = 6,5 – 7,5
- Các nguyên tố có độc tính làm kìm hãm sinh trưởng của vi sinh vật.
- Phải có đủ chất dinh dưỡng theo tỷ lệ BOD: N: P = 100:5:1 và nồng độ thấp của các kim loại.
- Không có các chất độc hại vượt tiêu chuẩn quy định (điều 6.15.3 – TCXD – 51-84).

Tính toán thiết kế bể Aerotank căn cứ vào các yếu tố sau:

- Thành phần và tính chất nước thải
- Nhu cầu oxy cần cho quá trình sinh hóa

- Mức độ làm sạch nước thải
- Hiệu quả sử dụng không khí

IV.9.2) Tính toán bể

Chọn Aerotank kiểu xáo trộn hoàn toàn.

Bảng 4.14: Thông số đầu vào bể Aerotank

Chỉ tiêu đầu vào Aerotank	Đơn vị	Giá trị
pH	-	6,5 – 7,5
SS	mg/l	39,2
COD	mg/l	406,08
BOD	mg/l	361,267
N	mg/l	44,75
P	mg/l	4,95

Bảng 4.15: Các thông số thiết kế cơ bản của bể Aerotank khuấy trộn hoàn toàn

Tham số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Thời gian lưu bùn	θ_c	5 ÷ 15	ngày
Tỷ lệ F/M	F/M	0,2 ÷ 0,6	kg/kg.ngày
Tải trọng thể tích	L_v	0,8 ÷ 1,92	kgBOD ₅ /m ³ bể.ngày
Nồng độ MLSS		2500 ÷ 4000	mg/l
Tỷ số thể tích/lưu lượng giờ	W/Q	3 ÷ 5	h
Nồng độ bùn hoạt tính trong bể	X	2500 ÷ 4000	mg/l
Tỷ số tuần hoàn bùn hoạt tính	Q_r/Q	0,25 ÷ 0,1	

(Nguồn : Lâm Minh Triết và cộng sự (2004), Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp, NXB Đại học Quốc gia TP HCM, trang 143)

Thông số vận hành:

- ❖ Lượng bùn hoạt tính trong nước thải đầu vào: $X_0 = 0$
- ❖ Nồng độ cặn lắng ở đáy bể lắng đợt 2 và cũng là nồng độ cặn tuần hoàn là 10.000 (mgMLSS/l).
- ❖ Nồng độ chất rắn lơ lửng bay hơi hay nồng độ bùn hoạt tính (MLVSS) được duy trì trong bể Aerotank là $X=3500(\text{mg/l})$

(Theo bảng 6 – 1/91 – [TS. Trịnh Xuân Lai, 2000, *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải, NXB xây dựng.*] - Bể Aerotank khuấy trộn hoàn toàn)

❖ Độ tro của cặn hữu cơ lơ lửng ra khỏi bể lắng là $z=0,35$ (65% là cặn bay hơi).

(Theo điều 7.127 - TCXDVN 51 – 2008/66).

- ❖ Thời gian lưu bùn trong bể Aerotank là $\theta_c = 10$ ngày.
- ❖ Tỷ số chuyển đổi: $BOD_5 = 0,68 \times BOD_{20}$ hay $BOD_5 = 0,68 \text{ COD}$.
- ❖ Chế độ thủy lực khuấy trộn hoàn chỉnh.
- ❖ Hiệu quả xử lý COD đạt 80%,

COD còn lại ở đầu ra $COD_{ra} = 406,08 \times 0,2 = 81,216 \text{ mg/l}$

Giá trị các thông số động học

Bảng 4.16: Các hệ số động học của quá trình xử lý bằng bùn hoạt tính

Hệ số	Đơn vị đo	Giá trị	
		Khoảng dao động	Tiêu biểu
K	Ngày ⁻¹	2 ÷ 10	4
K _s	mgBOD/l	25 ÷ 100	60
	mgCOD/l	15 ÷ 70	40
Y	mg bùn hoạt tính/mgBOD	0,4 ÷ 0,8	0,6
	mg bùn hoạt tính/mgCOD	0,3 ÷ 0,6	0,4
K _d	ngày ⁻¹	0,02 ÷ 0,1	0,055

(Nguồn : Lương Đức Phẩm, *Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học*, NXB Giáo dục, trang 167)

- Hệ số phân huỷ nội bào $K_d = 0,08 \text{ ngày}^{-1}$
- Hệ số sản lượng tế bào (tỷ số giữa lượng tế bào được tạo thành với lượng cơ chất bị tiêu thụ) $Y = 0,5 \left(\frac{\text{mgVSS}}{\text{mgBOD}_5} \right)$
- Sau khi qua bể Aerotank lượng BOD còn lại là 50mg/l (QCVN :40/2011 BTNMT, loại B)
 $\Rightarrow$ Lượng BOD₅ cần xử lý: $361,267 - 50 = 311,267 \text{ mg/l}$.

- Lượng N, P cần thiết trong nước thải đầu vào đảm bảo tỉ lệ BOD: N: P= 100:5:1.

$$N = \frac{5 \times 311,267}{100} = 15,56(\text{mg/l})$$

$$P = \frac{1 \times 311,267}{100} = 3,11(\text{mg/l})$$

- Lượng N, P còn lại sau UASB lần lượt là: 28,95 mg/l; 1,79 mg/l.

Hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải cần đạt sau xử lý: $C_s = 100\text{mg/l}$ nhưng vì SS vào Aerotank chỉ có 39,2 mg/l vì thế xem SS ra là 32,9 mg/l.

Giả sử 63% cặn có khả năng phân hủy sinh học.

- Hàm lượng $\text{BOD}_{5(20^\circ\text{C})}$ trong nước thải cần đạt sau xử lý: $a = \text{BOD}_{5(\text{Ra})} = 50\text{mg/l}$.

Xác định nồng độ BOD_5

Phần có khả năng phân hủy sinh học của chất rắn sinh học ở đầu ra (hay hàm lượng cặn hữu cơ trong nước ra khỏi bể lắng):

$$b = \text{BOD}_{5(\text{phanhuy})} = 0,63 \times C_s(\text{mg/l}) = 0,63 \times 39,2(\text{mg/l}) = 24,7(\text{mg/l})$$

- **Lượng BOD_5 chứa trong cặn lơ lửng đầu ra:**

$$d = 24,7 \times 0,68 \times 1,42 = 23,85(\text{mg/l})$$

- **Nồng độ BOD_5 hòa tan trong nước đầu ra ($\text{BOD}_{5(\text{hoàtan})}$) theo quan hệ sau:**

$\text{BOD}_{5(\text{ra})} = \text{BOD}_5 \text{ hòa tan trong nước đầu ra} + \text{BOD}_5 \text{ của chất lơ lửng trong đầu ra.}$

$$S = \text{BOD}_{5(\text{hoàtan})} = 50 - 23,85 = 26,15(\text{mg/l}).$$

Tính hiệu quả xử lý E

- ✓ Hiệu quả xử lý được xác định bằng phương trình:

$$E_{ht} = \frac{\text{BOD}_V - \text{BOD}_R}{\text{BOD}_V} \times 100\%$$

- ✓ Hiệu quả tính theo BOD_5 hòa tan:

$$E_{ht} = \frac{361,267 - 26,15}{361,267} \times 100\% = 92,76\%$$

- ✓ Hiệu quả xử lý BOD_5 tính theo tổng cộng:

$$E_{tc} = \frac{361,267 - 50}{361,267} \times 100\% = 86,16\%$$

Xác định kích thước bể Aerotank.

- Thể tích bể theo tuổi của bùn(theo θ_c):

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

θ_c : Thời gian lưu bùn(ngày), $\theta_c=10$ (ngày).

Q: lưu lượng tính toán(m^3 /ngày), $Q=3000(m^3$ /ngày).

S_0 : hàm lượng BOD₅ của nước thải đầu vào(mg/l), $S_0=365,8$ (mg/l).

S: Hàm lượng BOD₅ của nước sau khi ra khỏi bể Aerotank(mg/l),
 $S=26,15$ (mg/l).

K_d : Hệ số phân hủy nội bào(ngày⁻¹), $K_d= k_d = 0,08$ (ngày⁻¹).

(Theo bảng 5 -1 – [Lâm Minh Triết – Nguyễn Thanh Hùng – Nguyễn Phước Dân, 2010, Xử lý nước thải đô thị & công nghiệp - Tính toán thiết kế công trình, NXB Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh.] – $K_d=0,02 \div 0,1$ ngày⁻¹)

Y: Hệ số tải lượng bùn(mgVSS/mg BOD₅), $Y = 0,5$ (mgVSS/mg BOD₅)

X: Nồng độ VSS trong hỗn hợp bùn(mg VSS/l), $X = 3500$ (mg VSS/l)

$$V = \frac{10 \times 3000 \times (361,267 - 26,15) \times 0,5}{3500 \times (1 + 0,08 \times 10)} = 797,89 \text{ m}^3$$

Bảng 4.17: Các kích thước điển hình của bể aerotank khuấy 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)	1,0:1 – 2,2:1

(Nguồn : Lâm Minh Triết và cộng sự (2004), Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp, NXB Đại học Quốc gia TP HCM, trang 429.

- ✓ Chọn chiều cao công tác của bể Aerotank: $h = 4.5$ (m),
- ✓ Chọn chiều cao bảo vệ: $h_{bv}=0,5$ (m),
- ✓ Vậy chiều cao tổng cộng bể Aerotank: $H=h+ h_{bv}=4,5 + 0,5 = 5$ (m)

- Diện tích bề mặt bể Aerotank:

$$A = \frac{V}{h} = \frac{797,89}{4,5} = 177,31 \text{m}^2$$

- Bể xáo trộn hoàn toàn, ta có: chiều rộng:chiều cao=1:1 đến 2,2:1

+ Chọn chiều rộng = 2 × chiều cao

⇒ Chiều rộng bể Aerotank: $B = 2 \times 4,5 = 9 \text{(m)}$

+ Chiều dài của bể:

$$L = \frac{A}{B} = \frac{177,31}{9} = 19,7 \text{ m}$$

Chọn chiều dài bể $L = 20 \text{ m}$

+ Thể tích thực của Aerotank:

$$V_{\text{Aerotank}} = L \times W \times H = 20 \times 9 \times 5 = 900 \text{(m}^3\text{)}.$$

Tính thời gian lưu nước trong bể:

Thời gian lưu nước trong bể:

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{797,89}{125} = 6,38 \text{ h}$$

Xác định lượng bùn dư thải bỏ mỗi ngày:

- ✓ **Hệ số sản lượng quan sát tính theo công thức:**

$$Y_{\text{obs}} = \frac{Y}{1 + K_d \theta_c} = \frac{0,5}{1 + 0,08 \times 10} = 0,2778$$

- ✓ **Lượng sinh khối gia tăng mỗi ngày (Tính theo MLVSS):**

$$P_x = \frac{Y_{\text{obs}} \times Q \times (\text{BOD}_5(\text{vào}) - \text{BOD}_5(\text{hoatan}))}{1000 \text{ g/kg}}$$

$$= \frac{0,2778 \times 3000 \times (361,267 - 26,15)}{1000} = 279,287 \text{ (kg/ngày)}$$

- ✓ **Bùn gia tăng tính theo MLSS:**

$$P_{x(\text{ss})} = \frac{P_x}{1 - 0,2} = \frac{279,287}{0,8} = 349,19 \text{ (kg/ngày)}$$

Lượng bùn thải bỏ mỗi ngày = lượng bùn tổng cộng tính theo MLSS – hàm lượng SS trong dòng ra khỏi bể lắng II.

$$M_{\text{bunthai}} = P_{x(\text{ss})} - Q \times C_s \times 10^{-3} \text{ (kg/ngày)}$$

$$M_{\text{bùn thải}} = 349,19(\text{kg/ngày}) - 3000(\text{m}^3/\text{ngày}) \times 39,2 \times 10^{-3}(\text{kg/m}^3) = 231,59(\text{kg/ngày})$$

Xác định lưu lượng bùn thải:

Giả sử bùn dư được xả bỏ (dẫn đến bể nén bùn) từ đường ống dẫn bùn tuần hoàn, $Q_e = Q$ và hàm lượng chất rắn lơ lửng dễ bay hơi (VSS) trong bùn ở đầu ra chiếm 80% hàm lượng chất rắn lơ lửng (SS).

$$\Rightarrow Q_w = \frac{VX - Q_e X_e (\theta_c)}{\theta_c X_{th}} (\text{m}^3/\text{ngày})$$

Trong đó:

θ_c : Thời gian lưu bùn, $\theta_c = 10$ (ngày)

V: Thể tích của bể Aerotank

X: Nồng độ bùn hoạt tính trong bể Aerotank, $X = 3500$ (mgMLVSS/l)

Q_w : Lưu lượng bùn thải bỏ, $\text{m}^3/\text{ngày}$.

Q_e : Lưu lượng nước thải sau xử lý (nước ra khỏi lắng II), coi như thất thoát nước theo bùn là không đáng kể $Q_e = Q = 3000$ ($\text{m}^3/\text{ngày}$).

X_e : Nồng độ bùn hoạt tính trong nước đã xử lý, mg/l

Sinh khối của bùn hoạt tính được tính bằng khối lượng chất lơ lửng bay hơi trong tổng hàm lượng bùn nên:

$X_e = 0,8 \times C_s = 0,8 \times 39,2(\text{mg/l}) = 31,4 \text{ mg/l}$ (80% là tỷ lệ lượng cặn bay hơi trong tổng số cặn hữu cơ, cặn không tro)

X_{th} : nồng độ bùn tuần hoàn, với độ tro $z = 0,2 \rightarrow X_{th} = 0,8 \times 10.000 \text{ mgMLSS/l} = 8000(\text{mgMLVSS/l})$.

- **Thể tích bùn xả hàng ngày**

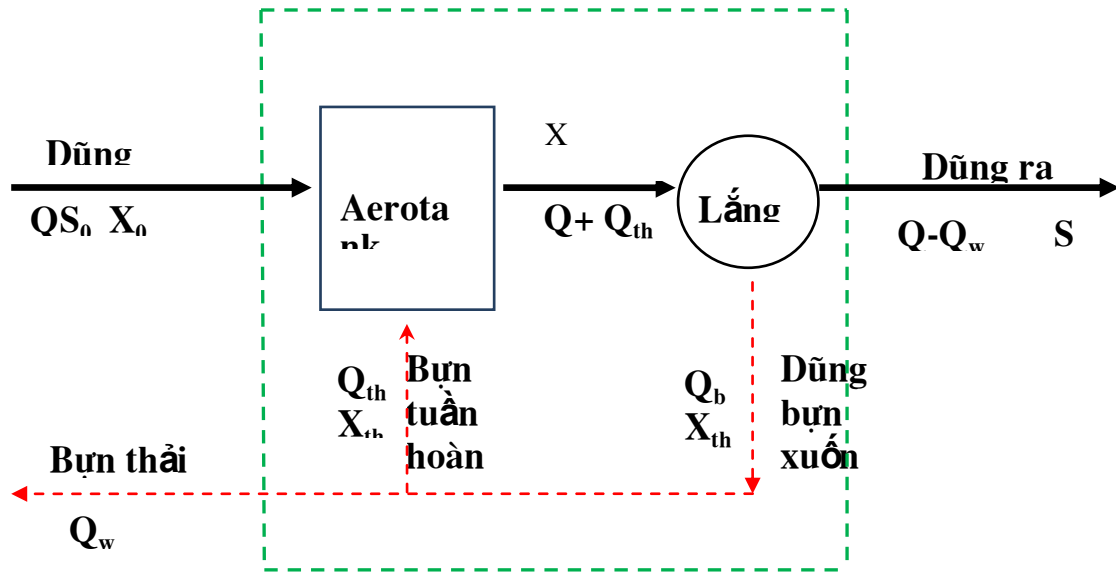
$$Q_w = \frac{797,89 \times 3500 - 10 \times 31,4 \times 3000}{10 \times 8000} = 23,13 \text{ m}^3/\text{d} = 0,96 \text{ m}^3/\text{h}$$

Xác định lưu lượng tuần hoàn:

Xác định tỷ số tuần hoàn bằng cách viết phương trình cân bằng vật chất đối với bể Aerotank:

Phương trình cân bằng vật chất cho bể Aerotank:

$$QX_0 + Q_{th}X_{th} = (Q + Q_{th})X$$



Hình 4.4: Sơ đồ làm việc của hệ thống bể Aerotank.

Trong đó:

Q : Lưu lượng nước thải, $Q = 3000 \text{ m}^3/\text{ngày}$

Q_{th} : Lưu lượng bùn hoạt tính tuần hoàn

X_0 : Nồng độ VSS trong nước thải dẫn vào Aerotank, mg/l

X : nồng độ VSS ở bể Aerotank, $X=3500(\text{mg/l})$.

X_{th} : Nồng độ VSS trong bùn tuần hoàn, $X_{th}=8000(\text{mgMLVSS/l})$.

X_0 rất nhỏ so với X , X_{th} , có thể bỏ qua QX_0 .

Khi đó phương trình cân bằng vật chất sẽ có dạng :

$$Q_{th}X_{th}=(Q+Q_{th})\times X$$

Đặt : $Q_{th}/Q=\alpha$ (α được gọi là tỉ số tuần hoàn), ta được :

$$\alpha X_{th}=X+ \alpha X$$

$$\text{hay } \alpha = \frac{X}{X_{th} - X} = \frac{3500}{8000 - 3500} = 0,78$$

Lưu lượng trung bình bùn hoạt tính tuần hoàn:

$$Q_{th} = \alpha \times Q = 0,78 \times 3000 \text{ m}^3/\text{ngày} = 2340(\text{m}^3/\text{ngày}) = 97,5 (\text{m}^3/\text{h}).$$

Kiểm tra vài chỉ tiêu làm việc của bể Aerotank.

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

Tỷ lệ BOD₅ có trong nước thải và bùn hoạt tính:

$$(361,267 \times 24)/(10 \times 3500) = 0,25 \text{ ngày}^{-1}$$

Giá trị này nằm trong khoảng cho phép thiết kế bể khuấy trộn hoàn chỉnh là:
 $0,2 \div 0,6(\text{ngày}^{-1})$

Tải trọng thể tích bằng L_a :

$$L_a = \frac{3000 \times 361,267}{797,89 \times 1000} = 1,36 \text{ kg BOD}_5/\text{m}^3.\text{ngày}$$

Tải trọng thể tích nằm trong khoảng $0,8 \div 1,92 \text{ kg BOD}_5/\text{m}^3.\text{ngày}$.

Xác định lượng oxy cấp cho bể Aerotank:

Theo lý thuyết, lượng oxy cần thiết cho quá trình xử lý nước thải bằng sinh học gồm lượng oxy cần để làm sạch BOD, oxy hóa amoni NH_4^+ thành NO_3^- , khử NO_3^-

Tính chất nước thải không cần xử lý N, nên lượng oxy cần thiết:

$$O_2 = \frac{Q \times (S_0 - S)}{1000f} - 1,42P_x \text{ (kgO}_2 \text{ / ngày)}$$

(Theo trang 105 – TS. Trịnh Xuân Lai, 2000, *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*, NXB xây dựng)

OC₀: Lượng oxy cần thiết theo điều kiện tiêu chuẩn của phản ứng ở 20°C.

Q: Lưu lượng nước thải cần xử lý, $Q = 3000 \text{ m}^3/\text{ngày}$

S₀: Nồng độ BOD₅ đầu vào, $S_0 = 361,267 \text{ g/m}^3$

S: Nồng độ BOD₅ đầu ra, $S = 50 \text{ g/m}^3$

f: Hệ số chuyển đổi từ BOD₅ sang COD hay BOD₂₀;

$$f = \frac{BOD_5}{COD} = 0,68$$

P_x: Lượng bùn dư xả ra ngoài, $P_x = 300 \text{ kg/ngày}$

1,42: Hệ chuyển đổi từ tế bào sang COD.

❖ Khi đó lượng Oxy cho quá trình khử các hợp chất chứa Cacbon (CBOD):

$$3000 \times (361,267 - 50)/(1000 \times 0,68) - 1,42 \times 300 = 1035,47 \text{ kg/d}$$

Thiếu oxy sẽ cản trở quá trình phát triển của VSV, làm cho các VS dạng sợi phát triển làm giảm khả năng lắng cũng như chất lượng của bùn hoạt tính. Do đó, nồng độ oxy duy trì ở mức $1,5 \div 4 \text{ mg/l}$ (giá trị thường dùng là 2 mg/l) trong bể Aerotank. Nếu $\text{DO} \geq 4 \text{ mg/l}$ thì không những không làm tăng hiệu quả xử lý của bể mà còn tăng đáng kể giá thành của việc sục khí

Lượng oxy cần thiết để duy trì lượng $\text{DO} = 2 \text{ mg/l}$, trong điều kiện nhiệt độ 20°C trong bể Aerotank:

$$\text{OC}_t = \text{OC}_0 \times \left(\frac{C_s}{\beta C_{\text{Sh}} - C_d} \right) \times \frac{1}{1,024^{(t-20)}}$$

(Theo trang 106 – TS. Trịnh Xuân Lai, 2000, *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*, NXB xây dựng)

Trong đó:

C_s : Nồng độ oxy bão hoà ở trong nước ở 20°C , $C_{s20} = 9,08 \text{ (mg/l)}$.

(Tra bảng P2.2 – phụ lục 2 trang 317 – PGS.TS Trần Đức Hạ, 2006, *Xử lý nước thải đô thị*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.)

C_{Sh} : Nồng độ oxy bão hòa trong nước sạch ứng với nhiệt độ ($t^\circ\text{C}$) và độ cao so với mặt biển tại nhà máy xử lý (mg/l).

β : Hệ số hiệu chỉnh lực căng bề mặt theo hàm lượng muối, đối với nước thải thường lấy $\beta=1$.

C_d : Nồng độ oxy hoà tan cần duy trì trong bể, $C_d = 2 \text{ (mg/l)}$ ($C_d = 1,5 - 2 \text{ mg/l}$).
 $t = 20^\circ\text{C}$.

Lấy $\beta C_{\text{Sh}} \approx C_s$.

$$\text{OC}_t = 1055,5 \times \left(\left[\frac{9,08}{9,08 - 2} \right] \right) \times \frac{1}{1,024^{(20-20)}} = 1322 \text{ (kg / ngày)}$$

Tính lượng không khí cần thiết:

$$Q_{kk} = \frac{\text{OC}_t}{\text{OU}} \times f \text{ (m}^3 \text{ / ngày)}$$

Trong đó:

OC_t : Lượng Oxy cần thiết, $\text{OC}_t = 1322 \text{ (kg/ngày)}$

f: Hệ số an toàn, ($f=1,5 \div 2$). Chọn $f=1,5$.

$$OU = Ou \times h,$$

OU: Công suất hòa tan Oxy vào nước thải của thiết bị phân phối tính theo gam oxy cho $1m^3$ không khí.

Ou: Công suất hòa tan oxy vào nước thải của thiết bị phân phối tính theo gram oxy cho $1m^3$ không khí,

h: Độ sâu ngập nước của thiết bị phân phối khí.

Chọn hệ thống phân phối bọt khí nhỏ, mịn công suất hoà tan oxy vào nước thải dựa vào bảng sau:

Bảng 4.18: Công suất hoà tan oxy vào nước của thiết bị phân phối khí với bọt khí mịn

Điều kiện thí nghiệm	Điều kiện tối ưu	Điều kiện trung bình
	$Ou = grO_2/m^3.m$	$Ou = grO_2/m^3.m$
Nước sạch ở điều kiện $T = 20^\circ C$	12	10
Nước thải $\alpha = 0.7$	8.5	7

$$\Rightarrow Ou = 7 grO_2/m^3.m$$

Bể sâu 6,5(m), độ sâu ngập nước $h = 6$ (m).

Công suất hòa tan của thiết bị: $OU = Ou \times h = 7 \times 6 = 42(\text{gram}O_2/m^3)$

Vậy lượng không khí cần thiết:

$$Q_{kk} = \frac{1322(kg / ngày)}{0,042(kgO_2 / m^3)} \times 1,5 = 47214,3(m^3 / ngày)$$

$$Q_{kk} = 1967,3 m^3/h = 0,55 m^3/s$$

→ **Lượng không khí thiết kế để chọn máy:** $Q_{kk(\text{thực tế})} = 0,55 (m^3/s)$

Xác định công suất máy thổi khí:

❖ **Áp lực cần thiết của máy thổi khí tính theo mét cột nước:**

$$H_{ct} = h_d + h_c + h_f + H$$

(Theo trang 147 - Lâm Minh Triết – Nguyễn Thanh Hùng – Nguyễn Phước Dân, 2010, Xử lý nước thải đô thị & công nghiệp - Tính toán thiết kế công trình, NXB Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh)

Trong đó:

Tổng Tồn thất ($h_d + h_c$) $\leq 0,4(m)$

Tồn thất $h_f \leq 0,5(m)$

h_d : Tồn thất áp lực do ma sát dọc theo chiều ống dẫn, (m).

h_c : Tồn thất cục bộ, (m).

h_f : Tồn thất qua thiết bị phân phối, (m).

H : Chiều sâu hữu ích của bể, $H = 4,5 (m)$

Vậy $H_{ct} = 0,4 + 0,5 + 4,5 = 5,4(m)$

❖ **Áp lực máy thổi khí tính theo atmophe:**

$$H_m = \frac{H_{ct}}{10,12} = \frac{5,4}{10,12} = 0,534(atm)$$

(Theo trang 107 - TS. Trịnh Xuân Lai, 2000, Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải, NXB xây dựng)

❖ **Công suất máy thổi khí tính theo quá trình đoạn nhiệt:**

$$P_m = \frac{G \times R \times T_1}{29,7 \times n \times e} \times \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{0,283} - 1 \right]$$

(Theo trang 108 - TS. Trịnh Xuân Lai, 2000, Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải, NXB xây dựng)

Trong đó:

P_m : Công suất máy thổi khí(kW).

G : Trọng lượng dòng không khí, (kg/s).

$$G = Q_{kk} \times \rho_{khí} = 0,55(m^3/s) \times 1,3(kg/m^3) = 0,715(kg/s)$$

Q_{kk} : Lưu lượng không khí, $Q_{kk} = 0,55(m^3/s)$.

ρ : Khối lượng riêng của không khí, $\rho = 1,3kg/m^3$

R : Hằng số khí, đối với không khí $R=8,314(KJ/K.mol^0K)$.

T_1 : Nhiệt độ tuyệt đối của không khí đầu vào $^0K = 273 + t^0C$.

$$T_1 = 25 + 273 = 298^0C.$$

p_1 : Áp lực tuyệt đối của không khí đầu vào, $p_1 \approx 1(atm)$

p_2 : Áp lực tuyệt đối của không khí đầu ra,

$$p_2 = H_m + 1(atm) = 0,682 + 1 = 1,682(atm)$$

$$n = \frac{K-1}{K} = 0,283, \text{ vì đối với không khí } K=1,395$$

29,7: Hệ số chuyển đổi.

e: Hiệu suất của máy từ 0,7 – 0,8. Chọn e = 0,8.

❖ **Công suất máy thổi khí:**

$$P_m = \frac{0,715 \times 8,314 \times 298}{29,7 \times 0,283 \times 0,8} \times \left[\left(\frac{1,682}{1} \right)^{0,283} - 1 \right] = 42(KW)$$

Chọn máy thổi khí có công suất 42(KW)

Bố trí hệ thống phân phối khí.

Chọn hệ thống cấp khí cho bể gồm 1 ống chính, 15 ống nhánh với chiều dài mỗi ống là 10 m đặt cách nhau 1 m.

Tốc độ chuyển động của không khí trong ống dẫn chính, và qua hệ thống phân phối: $v_{khí} = 10 \div 15$ (m/s). Chọn $v_{khí} = 12$ (m/s).

(Điều 6.40 TCXDVN51:2008)

Đường kính ống phân phối khí chính $D_{k.chính}$:

$$D_{k.chính} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{kk}}{\pi \times v_{khí}}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,55(m^3/s)}{\pi \times 12(m/s)}} = 0,24(m)$$

+ Chọn ống dẫn khí bằng thép không rỉ có $\varnothing 240$ (mm)

Q_{kn} : Lưu lượng khí trên ống nhánh, $Q_{kn} = \frac{Q_{kk}}{15nhanh} = \frac{0,55}{15} = 0,037(m^3/s)$

v_{kn} : Tốc độ chuyển động khí trong ống nhánh, $v_{kn} = 15 - 20$ (m/s)

Đường kính ống phân phối khí nhánh D_{kn} :

$$D_{kn} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{kn}}{\pi \times v_{kn}}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,037(m^3/s)}{\pi \times 18(m/s)}} = 0,05(m)$$

Vậy chọn đường kính ống nhánh có $\varnothing 50$ (mm)

Chọn đĩa phân phối khí bọt mịn:

Chọn lưu lượng thiết kế: $Q_{đĩa} = 12,5(m^3/h)$

Vậy số đĩa phân phối trong bể Aerotank:

$$N = \frac{Q_{kk}}{Q_{đĩa}} = \frac{1967,3(m^3/h)}{12,5(m^3/h)} = 158(\text{đĩa})$$



Hình 4.5: Sơ đồ hệ thống phân phối khí trong bể Aerotank

Tính toán ống dẫn nước thải và ống dẫn bùn tuần hoàn:

1. Ống dẫn nước thải vào:

Chọn vận tốc nước thải chảy trong ống: $v = 0.7 \text{ m/s}$ (Vận tốc nước thải trong ống khoảng $0.5 - 1 \text{ m/s}$)

Đường kính ống dẫn là:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{TB_h}}{3600 \times v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 125}{3600 \times 0.7 \times \pi}} = 0.25 \text{ (m)}$$

Trong đó:

Q_{TB} : Lưu lượng nước thải, $Q_{TB_h} = 125 \text{ m}^3/\text{h}$

Chọn ống nhựa PVC đường kính ống $\varnothing = 250 \text{ mm}$

2. Ống dẫn bùn tuần hoàn:

Chọn vận tốc bùn chảy trong ống: $v = 1.5 \text{ m/s}$ (Vận tốc bùn chảy trong ống trong điều kiện bơm, $v_b = 1 - 2 \text{ m/s}$)

Lưu lượng tuần hoàn: $Q_{th} = 97.5 \text{ (m}^3/\text{h)}$.

Đường kính ống dẫn bùn tuần hoàn là:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{th}}{3600 \cdot v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 97.5}{3600 \times 1.5 \times \pi}} = 0.15 \text{ (m)}$$

Chọn ống nhựa PVC đường kính ống $\varnothing = 150 \text{ mm}$.

Bảng 4.19 Thông số tổng kết bể Aerotank

STT	THÔNG SỐ	GIÁ TRỊ	ĐƠN VỊ
Kích thước bể			
1.	Chiều cao tổng H	5	m
2.	Chiều rộng W	9	m
3.	Chiều dài L	20	m
Thông số chi tiết			
4.	Lưu lượng bùn thải Q_w	22,3	(m^3 /ngày)
5.	Lưu lượng bùn tuần hoàn (Q_{th})	97,5	m^3 /h
6.	Tỷ số tuần hoàn bùn, α	0,78	
7.	Đường kính ống dẫn khí chính	240	mm
8.	Đường kính ống dẫn khí nhánh	50	mm
9.	Đường kính ống dẫn bùn tuần hoàn	150	mm
10.	Công suất máy thổi khí	42	kW/h
11.	Số lượng đĩa	157	Cái

IV.10) BỂ LẮNG 2**IV.10.1) Nhiệm vụ bể lắng**

Sau khi qua bể Aerotank, hầu hết các chất hữu cơ hòa tan trong nước thải bị loại hoàn toàn. Tuy nhiên, nồng độ bùn hoạt tính có trong nước thải là rất lớn, do vậy bùn hoạt tính và các chất rắn lơ lửng sẽ được tách ở bể lắng đợt II

Lắng và tách bùn ra khỏi nước thải, phần nước trong đưa qua bể tiếp xúc. Giữ lại MLVSS và SS ở lại dạng cặn lắng, lượng bùn lắng một phần tuần hoàn trở lại bể Aerotank, phần còn lại đưa vào bể nén bùn.

Chọn bể lắng đứng vì công suất của trạm xử lý < 20000 m^3 /ngày.đêm. (Điều 7.50 - TCXDVN 51-2008).

IV.10.2) Tính toán bể lắng**Bảng 4.20: Chỉ tiêu thiết kế bể lắng đợt 2**

Quy trình xử lý	Tải trọng bề mặt $m^3/m^2.d$		Tải trọng bùn $m^3/m^2.d$		Chiều cao bể (m)
	Ngày trung bình	Ngày cao điểm	Ngày trung bình	Ngày cao điểm	
Sau bể Aerotank	16,4 - 32,4	41-49,2	3,9 - 5,85	9,75	3,7 - 6,1
Sau làm thoáng kéo dài	3,2 - 16,4	24,6-32,8	0,98 - 4,85	6,8	3,7 - 6,1
Sau bể lọc sinh học	16,4 - 24,6	41 - 49,2	2,95 - 4,85	7,8	3,0 - 4,5
Sau bể khử nito	16,4 - 24,6	32,8 - 41	2,95 - 4,85	7,8	3,0 - 4,5

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

Tính kích thước bể lắng

Vì có dòng tuần hoàn từ bể lắng 2 sang aerotank nên ta có thêm lưu lượng dòng tuần hoàn ở đầu vào bể lắng 2.

Lưu lượng dòng vào bể lắng 2 là :

$$Q_{tt} = Q + Q_{th} = Q(1+\alpha) = 3000 \times (1+0,78) = 5340 \text{ (m}^3\text{/ngày)} = 0,0618 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Diện tích tiết diện ướt của phần lắng của bể lắng đứng đợt 2 :

$$F_0 = \frac{Q_{tt}}{v_0} = \frac{0,0618}{0,0005} = 123,6 \text{ m}^2$$

Với $v_0 \leq 0,5 \text{ mm/s}$ tốc độ chảy trong bể lắng đứng (điều 7.57-TCXDVN 51-2008), chọn $v_{bl} = 0,0005 \text{ m/s}$.

Tính ống trung tâm

Diện tích tiết diện ướt của ống trung tâm được tính theo công thức sau :

$$f = \frac{Q_{tt}}{v_{tt}} = \frac{0,0618}{0,02} = 3,1 \text{ (m}^2\text{)}$$

Với : v_{tt} : tốc độ chuyển động của nước trong ống trung tâm, không lớn hơn 30 mm/s, chọn $v_{tt} = 20 \text{ mm/s} = 0,02 \text{ (m/s)}$. (điều 7.60 TCXDVN 51-2008).

Diện tích tổng cộng của bể lắng đứng đợt 2 sẽ là :

$$F = F_0 + f = 123,6 + 3,1 = 126,7 \text{ (m}^2\text{)}$$

Đường kính ống trung tâm:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times f}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 3,1}{\pi}} = 1,99 \text{ m}$$

Chọn $d = 2 \text{ (m)}$.

Chiều dài của ống trung tâm lấy bằng chiều cao tính toán của vùng lắng:

$$h_{tt} = H_L = 2,7 \text{ m.}$$

Chọn đường kính và chiều cao của ống loe lấy bằng 1,5 lần đường kính ống trung tâm. Đường kính tấm chắn lấy bằng 1,3 lần đường kính miệng ống loe, góc nghiêng giữa tấm chắn với mặt phẳng ngang là 17° , chiều cao từ mặt dưới tấm chắn đến bề mặt lớp bùn cặn bằng 0,3m.

Đường kính ống loe bằng chiều cao của ống loe:

$$d_{\text{ống loe}} = h_{\text{ống loe}} = 1,5 \times 2 = 3 \text{ (m)}$$

Đường kính tấm chắn: $d_{\text{chắn}} = 1,3 \times 3 = 3,9 \text{ (m)}$. Chọn $d_{\text{chắn}} = 4 \text{ m}$.

Đường kính bể :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 126,7}{\pi}} = 12,7 \text{ m}$$

$$D = 12,7 \text{ (m)}$$

Tính chiều cao toàn bể lắng II:

Chiều cao tính toán của vùng lắng trong bể lắng được tính theo công thức :

$$h_{tt} = V \times t = 0,0005 \times 2 \times 3600 = 3,6 \text{ (m)}$$

$h_{tt} = 3,6 \text{ (m)}$ (nằm trong khoảng 2,7- 3,8 m theo điều 7.60 TCXDVN 51-2008).

Với t : thời gian lắng, chọn t = 2 h. (theo điều 7.57 TCXDVN 51-2008)

Chọn chiều cao lớp bùn lắng $h_b = 1,2\text{m}$;

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

Chiều cao tổng cộng của bể lắng đứng là :

$$H = H_{tt} + h_{bv} + h_b = 3,6 + 0,5 + 1,2 = 5,3 \text{ (m)}$$

Tính toán máng thu nước

Để thu nước đã lắng, dùng hệ thống máng vòng chảy tràn xung quanh thành bể. Thiết kế máng thu nước đặt theo chu vi vành trong của bể, đường kính ngoài của máng chính là đường kính trong của bể.

➤ Đường kính máng thu nước bằng 0.8 lần đường kính bể

$$D_m = 0.8D = 0.8 \times 12.7 = 10.2 \text{ m}$$

➤ Chiều dài máng thu nước:

$$L_m = \pi \times D_m = 3.14 \times 10.2 = 32 \text{ m}$$

Chiều cao máng thu nước chọn $H_m = 250\text{mm}$

➤ Tải trọng máng tràn trên 1m chiều dài máng:

$$L_d = \frac{Q}{L_m} = \frac{5340}{11} = 485.5 \text{ m}^3/\text{m ngày} = 20.23 \text{ (l/m.s)}.$$

Chọn máng răng cưa hình chữ V với các kích thước như sau :

Chiều cao của răng cưa : 80 mm.

Đáy của răng cưa : 160 mm.

Chiều rộng vát ở đỉnh : 40 mm.

Khoảng cách giữa 2 đỉnh răng cưa : 200 mm.

Số răng cưa trên máng thu nước :

$$Z = \frac{L_m}{0,2} = \frac{32}{0,2} = 160$$

Tính toán đường ống:

➤ *Tính ống dẫn nước sang bể lắng II:*

Chọn vận tốc nước chảy trong ống $v = 0.7$ m/s (từ $v = 0.3 - 0.9$ m/s)

Lưu lượng nước thải $Q = 5340$ m³/ngđ

➤ Đường kính ống:

$$D = \sqrt{\frac{4q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \times 5340}{3.14 \times 0.7 \times 24 \times 3600}} = 0.335 \text{ m}$$

Chọn ống PVC có đường kính $\varnothing = 40$ mm

➤ *Ống dẫn bùn thải:*

Chọn đường kính ống dẫn bùn thải $\varnothing = 150$ mm ($\varnothing = 150 - 200$ mm theo điều 6.69 TCXD 33-2006)

➤ *Đường kính ống dẫn nước ra khỏi bể lắng:*

Chọn vận tốc nước ra khỏi bể lắng II là $v = 0.6$ m/s

Lưu lượng nước $Q = 3000$ m³/ ngày đêm

➤ Đường kính ống:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{v\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 3000}{0.6 \times 3.14 \times 24 \times 3600}} = 0.27 \text{ m}$$

Chọn ống PVC có đường kính $\varnothing = 40$ mm.

Bảng 4.21: Các thông số thiết kế bể lắng đứng

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Thời gian lưu nước, t	h	1.5
Kích thước bể: D × H	m × m	12.7 × 5.3
ống trung tâm: d × h _{tt}	m × m	2 × 2.7
Đường kính máng thu, d _m	m	10.2
Đường kính ống nước vào và ra	mm	40
Đường kính ống dẫn bùn	mm	150

IV.11) MUỖNG KHỬ TRÙNG:**IV.11.1) Nhiệm vụ**

Khử trùng là khâu cuối cùng trong quá trình xử lý nước thải trước khi thải vào nguồn tiếp nhận. khử trùng nhằm mục đích phá hủy, tiêu diệt các vi khuẩn gây bệnh nguy hiểm chưa hay không thể khử bỏ trong các công trình xử lý phía trước.

Hóa chất khử trùng được chọn là chlorine. Chlorine là chất oxy hóa mạnh thường được sử dụng ở dạng bột $[Ca(OCl)_2]$. Hàm lượng cần thiết để khử trùng cho nước sau lắng : 3- 15 mg/l.

Thiết bị chuyên dùng để đưa chlorine vào nước gọi là clorator.

Clorate có chức năng pha chế và định lượng Clo, được chia làm 2 loại:

Clorate áp lực và clorate chân không.

Bể khử trùng được thiết kế với dòng chảy zigzag qua từng ngăn để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tiếp xúc giữa clo và nước thải.

IV.11.2) Tính toán

- ✓ Xác định lượng Clo hoạt tính cần thiết để khử trùng nước thải theo công thức:

$$V_{\max} = a \cdot Q_h^{\text{tb}}$$

Với : a là liều lượng Clo hoạt tính (g/m^3), được xác định dựa theo quy phạm.

Đối với nước thải sau khi xử lý sinh học hoàn toàn $a = 3(\text{mg/l})$.

(Theo điều 7.198 - TCVN 51:2008)

$$V_{\max} = 3(\text{mg/l}) \times 125 (\text{m}^3/\text{h}) = 375 (\text{g/h}) = 9 (\text{kg/ngày}).$$

- ✓ Ngăn tiếp xúc khử trùng được thiết kế kết hợp để thỏa mãn 2 yêu cầu :
 - Hóa chất và nước thải tiếp xúc đồng đều;
 - Clo hoạt tính phản ứng khử trùng nước thải .

Chọn thời gian tiếp xúc là 30 phút

(Theo điều 7.200 – TCVN 51:2008, thời gian tiếp xúc khử trùng không nhỏ hơn 30 phút)

Thể tích hữu ích của bể khử trùng được tính theo công thức:

- *Thể tích bể tiếp xúc:*

$$V = Q.t = \frac{125m^3/h}{60phut/h} \times 30phut = 62,5 m^3$$

Trong đó:

Q : Lưu lượng nước thải đưa vào bể tiếp xúc, Q = 125 m³/h

t : Thời gian tiếp xúc, t = 30 phút

- *Diện tích bể tiếp xúc :*

$$F = \frac{V}{h} = \frac{62,5m^3}{1,2m} = 52(m^2)$$

- Chọn chiều sâu hữu ích của bể, chọn h = 1,2m.
- Bể xây hình chữ nhật có 10 ngăn
- Diện tích mỗi ngăn:

$$f = \frac{F}{n} = \frac{52m^2}{7} = 7,4(m^2)$$

Trong đó:

n là số ngăn, n = 7

Kích thước mỗi ngăn

Chiều dài: l_n = 5m

Chiều rộng: B = 1,2m

- Chiều dài cả bể khử trùng:

$$L = nB + (n-1)b = 7 \times 1,2 + 4 \times 0,1 = 8,8 m$$

Trong đó:

b là bề dày vách ngăn, b = 0,1 m

Chiều cao bảo vệ: h_{bv} = 0,3 m

- Chiều cao bể: H = h + h_{bv} = 1,2 + 0,3 = 1,5m

Bảng 4.22: Tổng hợp bể khử trùng

Thông số	Giá trị
Chiều Dài cả bể, L(m)	8,8
Chiều Rộng cả bể (m)	5
Chiều Cao, H(m)	1,5
Số ngăn trong bể	7

CHƯƠNG V: TÍNH TOÁN KINH TẾ**V.1) Chi phí đầu tư xây dựng****V.1.1) Chi phí xây dựng công trình****Bảng 5.1: Chi phí xây dựng một số hạng mục trong hệ thống xử lý nước thải**

Tên công trình	Khối lượng hạng mục	Đơn vị	Giá thành (tr vnd/m ³)	Thành tiền (tr vnd)
Hầm tiếp nhận	96	m ³	5,5	528
Bể điều hòa	644	m ³	5,5	3.542
Bể tuyển nổi	149	m ³	5,5	819,5
Bể trung hòa	56	m ³	5,5	308
Bể UASB	560	m ³	5,5	3.080
Bể aerotank	900	m ³	5,5	4.950
Bể lắng II	655	m ³	5,5	3.602,5
Bể khử trùng	66	m ³	5,5	363
Nhà điều hành	250	m ³	5,5	1.375
Tổng cộng				18.568

V.1.2) Chi phí thiết bị**Bảng 5.2: Chi phí một số thiết bị sử dụng trong hệ thống xử lý nước thải**

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Giá thành (tr vnd/cái)	Thành tiền (tr vnd)
1	Song chắn rác	1	9	9
2	Bơm bể tiếp nhận	1	35	35
3	Lưới chắn rác tinh	4	20	80
4	Máy thổi khí	9	30	270
5	Bơm bùn	8	15	120
6	Thiết bị khác		4.000	4.000
Tổng cộng				4.514

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

$$T_v = (18.568.000.000/20) + (4.514.000.000/10) = 1.379.800.000 \text{ (đồng/năm)}$$

V.2) Chi phí vận hành hệ thống xử lý nước thải

V.2.1) Chi phí hóa chất sử dụng

Bảng 5.3: Bảng chi phí hóa chất sử dụng trong quá trình vận hành hệ thống

Tên	Số lượng	Đơn vị	Giá thành (vnd/kg)	Thành tiền (vnd/ngày)
Chlorine	9	kg/ngày	35.000	315.000
Acid	15	kg/ngày	5.000	75.000
Kiểm	15	kg/ngày	7.500	112.500
Tổng cộng				1.515.000

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

$$T_{hc} = 1.515.000 \times 365 = 552.975.000 \text{ (đồng/năm)}$$

V.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 2.000 kw/ngày

Giá cung cấp điện công nghiệp là 2.500 đồng/kw

Vậy chi phí điện năng cho một ngày vận hành là

$$T_d = 2.000 \times 2.500 = 5.000.000 \text{ (đồng/ngày)} = 1.825.000.000 \text{ (đồng/năm)}$$

V.2.3) Chi phí nhân công

Số lượng nhân viên: 12 công nhân và 3 kỹ sư

Mức lương tháng

Công nhân: 3.000.000 đồng/người/tháng

Kỹ sư: 5.500.000 đồng/người/tháng

Tổng chi phí nhân công:

$$T_{nc} = 12 \cdot 3.000.000 + 3 \cdot 5.500.000$$

$$= 52.500.000 \text{ (đồng/tháng)}$$

$$= 630.000.000 \text{ (đồng/năm)}$$

V.2.4) Chi phí bảo dưỡng máy móc thiết bị

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

$$T_{bd} = 1\% \cdot 1.379.800.000 = 137.980.000 \text{ (đồng/năm)}$$

V.3) Giá thành xử lý 1 m³ nước thải

Tổng chi phí xử lý:

$$T_t = 1.379.800.000 + 137.980.000 + 630.000.000 + 1.825.000.000 + 552.975.000$$

$$= 4.401.573.000 \text{ (đồng/năm)}$$

=> Giá thành xử lý cho 1 m³ nước thải:

$$T = T_t / (Q \cdot 365) = 4.401.573.000 / (3.000 \cdot 365) = 4.100 \text{ (đồng/m}^3\text{)}$$

KẾT LUẬN

Tuy các nhà máy bia khác nhau về phương pháp lên, về sự quản lý nội vi, tải lượng nước thải và hàm lượng các chất ô nhiễm, nhưng nước thải của ngành bia vẫn có các đặc trưng chung như chứa nhiều chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học, gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng.

Đề tài đã chọn đối tượng thiết kế là nước thải của một nhà máy bia có

Đầu vào: $Q = 3000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$.

$\text{COD} = 3000 \text{ mg/l}$

$\text{BOD} = 1600 \text{ mg/l}$

$\text{SS} = 400 \text{ mg/l}$

Yêu cầu nước thải đầu ra đạt QCVN 40/201- BTNMT với

$\text{COD} \leq 150 \text{ mg/l}$

$\text{BOD} \leq 50 \text{ mg/l}$

$\text{SS} \leq 100 \text{ mg/l}$

Đề tài đã thiết kế hệ thống xử lý nước thải áp dụng kết hợp các phương pháp cơ, hóa-lý, sinh học với kết hợp giữa yếm khí và hiếu khí. Trong đề tài tính toán thiết kế hệ thống xử lý nước thải sản xuất bia thì có kết quả hệ thống như sau:

1. Song chắn rác với chiều rộng 0,7 m. Có tác dụng giữ lại các thành phần rác có kích thước lớn, đảm bảo an toàn và điều kiện làm việc thuận lợi cho cả hệ thống xử lý nước thải.
2. Hàm tiếp nhận với thể tích công tác là 96 m^3 . Có tác dụng giúp các công trình đơn vị phía sau không phải thiết kế âm sâu trong đất.
3. Song chắn rác tinh với diện tích bề mặt 6 m^2 , gồm 4 lưới. Có tác dụng giữ lại các thành phần rác có kích thước nhỏ. Xử lý 15%SS, 4%BOD₅, 6%COD
4. Bể điều hòa với thể tích xây dựng là 644 m^3 . Có tác dụng điều hòa lưu lượng và nồng độ chất hữu cơ, tránh cạn lắng

5. Bể tuyển nổi với thể tích xây dựng là 149 m^3 . Có tác dụng tách các chất lơ lửng còn trong nước thải
6. Bể trung hòa với thể tích xây dựng là 56 m^3 . Có tác dụng điều chỉnh và ổn định pH của nước thải nhằm thích hợp với hoạt động của các vi sinh vật.
7. Bể UASB với diện tích xây dựng là 560 m^3 . Có tác dụng giảm COD và BOD, nhằm nâng cao hiệu quả xử lý của bể Aerotank
8. Bể Aerotanks với diện tích xây dựng là 900 m^3 . Có tác dụng xử lý triệt để COD, BOD của nước thải.
9. Bể lắng II với diện tích xây dựng là 655 m^3 . Có tác dụng thu hồi và giảm lượng bùn hoạt tính và các chất rắn lơ lửng ra khỏi nước thải.
10. Bể khử trùng với diện tích xây dựng là 66 m^3 . Có tác dụng phá hủy, tiêu diệt các vi khuẩn gây bệnh chưa hay không thể hủy bỏ trong các công trình xử lý phía trước.

Sơ bộ tính toán chi phí cho thấy giá thành xây dựng hệ thống là 23078 tỷ đồng tương ứng với 7693000 đồng/m^3 nước thải. Với chi phí xử lý (vận hành, nhân công, điện, hóa chất) là 4100 đồng/m^3 nước thải.

Chi phí này tương đối phù hợp với các nhà máy bia hiện nay sẽ giúp cho các nhà máy bia thực hiện tốt công cuộc bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1: PGS.PTS Hoàng Huệ - Giáo trình xử lý nước thải -Trường Đại học kiến trúc hà nội_ nhà xuất bản xây dựng
- 2: TS.Trịnh Xuân Lai - Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải - Nhà xuất bản xây dựng
- 3: Trần văn nhân, Ngô Thị Nga - Giáo trình công nghệ xử lý nước thải - Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, hà nội năm 2002
- 4: PGS.TS Lương Đức Phẩm - Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học - nhà xuất bản giáo dục
- 5: Lâm Minh Triết và cộng sự (2004) - Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp – Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP HCM.
- 6: <http://habeco.com.vn>
- 7: <http://Tai lieu.vn/> xem tài liệu/ giáo trình công nghệ sản xuất malt và bia
- 8: <http://tailieu.vn/xem-tai-lieu/bao-cao-tot-nghiep-tieu-chuan-hoa-chat-luong-san-pham-bia-hoi-ha-noi-.720854.html>
- 9: <http://tailieu.vn/xem-tai-lieu/giao-trinh-san-xuat-bia-part-1.680479.html>
- 10: <http://tailieu.vn/xem-tai-lieu/giao-trinh-san-xuat-bia-part-2.680480.html>
- 11: <http://tailieu.vn/xem-tai-lieu/quy-trinh-san-xuat-bia-hang-dau-the-gioi-ks-phan-quang-thoi-phanquangthoi-yahoo.341587.html>
- 12: <http://tailieu.vn/xem-tai-lieu/tai-lieu-huong-dan-san-xuat-sach-hon-nganh-san-xuat-bia.550500.html>
- 13: <http://timtailieu.vn/tai-lieu/de-tai-thiet-ke-he-thong-xu-ly-nuoc-thai-san-xuat-bia-tai-cong-ty-tnhh-sabmiller-viet-nam-khu-cong-nghiep-my-phuoc-ii-6890/>
- 14:http://vi.wikipedia.org/wiki/Bia_%28%C4%91%E1%BB%93_u%E1%BB%91ng%29