

LÂM MINH TRIẾT (Chủ biên)
NGUYỄN THANH HÙNG, NGUYỄN PHƯỚC DÂN

TP. HCM 10/06/06

lebauc

CN. Môi Trường

ĐH BK.

XỬ LÝ NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ VÀ CÔNG NGHIỆP
Tính toán Thiết kế Công trình

DOMESTIC AND INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT
Calculation and Engineering design

(Tái bản lần thứ hai)

GT.02.MT(V)

ĐHQG.HCM-05

19/420

MT.GT.573-05(T)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH - 2006

Lời mở đầu

Tài liệu này được biên soạn, cải tiến và bổ sung từ quyển "*Xử lý nước thải – Tính toán thiết kế công trình*", xuất bản năm 1974 – Đại học Xây dựng Hà Nội, theo một trong các mục tiêu của dự án hợp tác Việt Nam – Thụy Sĩ: Tăng cường năng lực đào tạo và nghiên cứu khoa học cho Viện Môi trường và Tài nguyên – Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.

Dựa vào những tiến bộ của các nước với những trường phái khác nhau và một số phần được Viện Môi trường và Tài nguyên nghiên cứu trong những năm qua, tài liệu này nhằm mục đích giới thiệu cho sinh viên tham khảo cách tính toán và thiết kế công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp, giúp sinh viên dễ dàng hơn khi làm đồ án môn học, luận văn tốt nghiệp và tham khảo để nghiên cứu tính toán thiết kế các hệ thống xử lý nước thải khi ra công tác.

Hiện nay, chúng ta còn thiếu rất nhiều các nghiên cứu cơ bản để xác định các thông số tính toán thiết kế của các công trình đơn vị trong công nghệ xử lý nước thải. Do vậy, trong tài liệu này có giới thiệu một số mô hình và phương pháp nghiên cứu để giúp sinh viên làm quen với cách tiến hành các nghiên cứu thực nghiệm, xác định các thông số tính toán thiết kế phù hợp với điều kiện cụ thể của từng địa phương.

Tài liệu này mang tính chất tham khảo hơn là các ví dụ mẫu về tính toán thiết kế công nghệ xử lý nước thải. Trong quá trình biên soạn, chắc chắn không tránh khỏi các sai sót, kính mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc.

Để tính toán thiết kế công nghệ xử lý nước thải, sinh viên cần sưu tập thêm các tài liệu, văn bản sau đây:

1. Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84: Thoát nước – Mạng lưới bên ngoài và công trình. NXB Bộ Xây dựng;
2. Bảng tra thủy lực mạng lưới thoát nước;
3. Các qui định và tiêu chuẩn về bảo vệ môi trường – Bộ Khoa học và Công nghệ & Bộ Tài nguyên và Môi trường.

ừ những kiến thức được trang bị trong nhà trường, sinh viên có thể sáng tạo ra tình toán thiết kế theo cách riêng của mình, miễn sao đạt mục đích cuối cùng là công trình xử lý hoạt động có hiệu quả, góp phần thiết thực cho công việc bảo vệ môi trường, phát triển bền vững đất nước.

GS.TS. Lâm Minh Triết (Chủ biên)

Lời cảm ơn

Một trong các mục tiêu và nội dung chính của Dự án hợp tác quốc tế Việt Nam – Thụy Sĩ “Tăng cường năng lực đào tạo và nghiên cứu khoa học cho Viện Môi trường và Tài nguyên” do SDC tài trợ giai đoạn I (1996 – 2001), giai đoạn II (2001 – 2004) và giai đoạn 3 (2005 – 2007) là cải tiến chương trình đào tạo sau đại học và biên soạn nâng cao giáo trình phục vụ tốt công tác đào tạo ngành Môi trường. Tài liệu này ra đời trong khuôn khổ của tình thân hợp tác đầy thiện chí đó.

Thay mặt cho tất cả các thành viên tham gia dự án của Viện Môi trường và Tài nguyên – Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, chân thành cảm ơn sâu sắc chính phủ hai nước Thụy Sĩ và Việt Nam đã ủng hộ mạnh mẽ dự án hết sức có ý nghĩa và đầy tính hữu nghị này.

Chân thành cảm ơn cơ quan hợp tác phát triển Thụy Sĩ (SDC) tài trợ cho dự án. Cảm ơn Ngài Capt. và GS.TS. S.Taradellas, Ngài S.Oliver, TS. Herren và tất cả các thành viên của SDC Hà Nội, Đại học Kỹ thuật Hoàng gia Thụy Sĩ – Lausanne (EPFL) đã giúp đỡ tận tình cho dự án.

Cảm ơn sâu sắc Bộ Giáo dục & Đào tạo, Bộ Khoa học Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Kế hoạch – Đầu tư, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh đã hết lòng ủng hộ để dự án đạt kết quả mong muốn.

Lời cảm ơn sâu sắc và chân thành đến tất cả các đồng nghiệp của Viện Môi trường và Tài nguyên – những người đã có công đóng góp to lớn, gần bó, thủy chung với sự nghiệp xây dựng và phát triển Viện trong những năm qua.

GS.TS. LÂM MINH TRIẾT (Chủ biên)

Acknowledgements

One of main goals and contents of the project of international cooperation between Vietnam and Switzerland (CEFINEA – EPFL) supported by The Swiss Agency of Development Cooperation (SDC) in Phase I (1996 – 2001) and Phase II (2001 – 2004), “Strengthening the capacity of scientific training and research for CEFINEA – Institute for Environment and Resources” was to improve The CEFINEA’s postgraduate training on Environmental technology and Science and compile textbooks to serve well in training on environmental engineering. This textbook was born in a framework of the goodwill cooperation.

On behalf of CEFINEA’s participants joining the project, from the bottom of my heart, I give a special thanks to the government of both Vietnam and Switzerland for their strongly supporting in the project, which is very significant and friendly.

Special thanks go to SDC having supported the project. I would like to thank Mr. Capt. and Prof. S.Taradellas, Mr. S.Oliver, Dr. Herren and all members of SDC, the Switzerland Polytechnic Federal Lausanne University – EPFL for their whole-hearted supports.

Special thanks go to The Ministry of Training and Education, Ministry of Resources and Environment, Ministry of Planning and Investment and The Vietnam National University – Ho Chi Minh City having supported so that the project can get its expected results.

I would like to thank all of my CEFINEA’s staffs, who have largely contributed, strongly attached and loyally lived for the CEFINEA’s building and developing achievements in recent years.

Prof. Dr. LAM MINH TRIET

MỤC LỤC

Lời mở đầu

Lời cảm ơn

Phần thứ nhất – NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG

Chương 1 – MỘT SỐ KHÁI NIỆM VÀ THÔNG SỐ CƠ BẢN PHỤC VỤ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI 1

- | | |
|---|----|
| 1.1. Giới thiệu | 1 |
| 1.2. Nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp | 3 |
| 1.3. Thành phần và đặc tính nước thải | 6 |
| 1.4. Các chỉ tiêu cơ bản về chất lượng nước thải | 11 |
| 1.5. Bảo vệ nguồn nước mặt khỏi sự ô nhiễm do nước thải | 19 |
| 1.6. Điều kiện xả nước thải vào nguồn tiếp nhận | 19 |
| 1.7. Tổng quan các phương pháp xử lý nước thải và xử lý cặn | 25 |

Chương 2 – MÔ HÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI 30

- | | |
|---|----|
| 2.1. Giới thiệu | 30 |
| 2.2. Quá trình lắng | 31 |
| 2.3. Quá trình tuyển nổi | 47 |
| 2.4. Quá trình keo tụ và tạo bông | 49 |
| 2.5. Quá trình bùn hoạt tính | 52 |
| 2.6. Quá trình sinh học kỵ khí | 57 |
| 2.7. Quá trình sinh học bám dính trong bể lọc sinh học | 77 |
| 2.8. Thí nghiệm xác định các thông số thiết kế sân phơi bùn | 85 |

Phần thứ hai – XỬ LÝ NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ VÀ KHU DÂN CƯ

Chương 3 – TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHO KHU ĐÔ THỊ 420.000 DÂN 94

| | |
|---|-----|
| 3.1. Nhiệm vụ thiết kế và các số liệu cơ sở | 94 |
| 3.2. Xác định các thông số tính toán | 98 |
| 3.2.1. Xác định lưu lượng tính toán của nước thải | 98 |
| 3.2.2. Xác định nồng độ bẩn của nước thải | 102 |
| 3.2.3. Dân số tính toán | 103 |
| 3.2.4. Xác định mức độ cần thiết xử lý nước thải | 103 |
| 3.3. Tính toán công nghệ xử lý nước thải | 107 |
| 3.3.1. Lựa chọn sơ đồ công nghệ của trạm xử lý | 107 |
| 3.3.2. Tính toán công nghệ và tính toán thủy lực các công trình đơn vị của phương án I | 109 |
| Ngăn tiếp nhận nước thải | 109 |
| Song chắn rác | 110 |
| Bể lắng cát ngang | 119 |
| Bể lắng đợt I (lắng ly tâm) | 126 |
| Bể làm thoáng sơ bộ | 130 |
| Acrôten | 137 |
| Bể lắng ly tâm đợt II | 149 |
| Bể nén bùn | 152 |
| Bể mêtan | 157 |
| Công trình làm ráo nước trong cặn | 164 |
| Khử trùng nước thải – Tính toán bể tiếp xúc | 166 |
| Công trình xả nước thải sau xử lý vào sông | 177 |
| Mặt bằng tổng thể và cao trình của trạm xử lý nước thải | 179 |
| 3.3.3. Tính toán công nghệ và tính toán thủy lực các công trình đơn vị của phương án II | 188 |
| Ngăn tiếp nhận nước thải | 188 |
| Song chắn rác | 190 |
| Bể lắng cát thổi khí | 190 |
| Bể lắng đợt I (lắng ngang) | 196 |
| Acrôten kết hợp với bể lắng đợt II | 209 |
| Bể nén bùn | 217 |
| Bể mêtan | 220 |
| Thiết bị làm khô cặn bằng phương pháp cơ học | 220 |
| Trạm khử trùng nước thải | 227 |
| Máng trộn – kiểu máng đo lưu lượng Parsal | 227 |
| Bể tiếp xúc – Kiểu bể lắng ngang | 230 |
| Công trình xả nước thải sau xử lý vào nguồn tiếp nhận | 231 |

| | |
|---|------------|
| Mặt bằng tổng thể và cao trình của trạm xử lý nước thải | 232 |
| Chương 4 – TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI THỊ TRẤN 46.000 DÂN | 236 |
| 4.1. Nhiệm vụ thiết kế và các số liệu cơ sở | 236 |
| 4.2. Xác định các thông số tính toán | 237 |
| 4.3. Lựa chọn công nghệ xử lý nước thải và tính toán thiết kế các công trình đơn vị | 242 |
| 4.3.1. Lựa chọn công nghệ xử lý nước thải | 242 |
| 4.3.2. Tính toán thiết kế các công trình đơn vị | 242 |
| Ngăn tiếp nhận | 242 |
| Song chắn rác – máy nghiền rác | 244 |
| Bể lắng cát ngang chuyển động vòng | 244 |
| Bể lắng đợt I (lắng đứng) | 249 |
| Bể đông tụ sinh học | 253 |
| Bể lọc sinh học cao tải | 257 |
| Bể lắng đứng đợt II | 271 |
| Bể mêtan | 273 |
| Sân phơi bùn | 274 |
| Khử trùng nước thải | 274 |
| Máng trộn và bể tiếp xúc | 276 |
| Mặt bằng tổng thể trạm xử lý nước thải | 280 |
| Chương 5 – TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI KHU DÂN CƯ 6.400 DÂN | 283 |
| 5.1. Nhiệm vụ thiết kế các số liệu cơ sở | 283 |
| 5.2. Lựa chọn công nghệ xử lý nước thải | 284 |
| 5.3. Tính toán công nghệ xử lý nước thải phương án I | 285 |
| Song chắn rác | 285 |
| Bể lắng cát ngang | 286 |
| Bể lắng 2 vỏ | 288 |
| Bể lọc sinh học nhỏ giọt | 294 |
| Bể lắng đợt II | 308 |
| Sân phơi bùn | 308 |
| Khử trùng bằng clorua vôi | 310 |
| Công trình xả nước thải sau xử lý ra sông | 314 |
| Mặt bằng tổng thể và cao trình trạm xử lý nước thải | 315 |

| | |
|--|------------|
| 5.3. Tính toán công nghệ xử lý nước thải phương án II | 315 |
| Mương oxy hóa | 316 |
| Bể lắng đợt II | 325 |
| Hồ sinh vật | 326 |
| Mặt bằng tổng thể và cao trình trạm xử lý nước thải | 328 |
| Chương 6 – TÍNH TOÁN THIẾT KẾT HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHO KHU NGHỈ MÁT 760 NGƯỜI | 332 |
| 6.1. Nhiệm vụ thiết kế và các số liệu cơ sở | 332 |
| 6.2. Các phương án công nghệ của trạm xử lý nước thải | 333 |
| 6.3. Tính toán thiết kế các công trình đơn vị xử lý nước thải của các phương án | 336 |
| 6.3.1. Tính toán các công trình xử lý cơ học | 336 |
| 6.3.2. Tính toán các công trình xử lý sinh học | 337 |
| Tháp lọc sinh học (Phương án I) | 337 |
| Bể lắng đợt II – lắng ngang (Phương án I) | 340 |
| Hồ sinh vật thổi khí (Phương án I) | 342 |
| Mương oxy hóa (phương án II) | 351 |
| Bể sinh học tiếp xúc quay – RBC (Phương án III) | 353 |
| Bể lắng đợt II sau bể RBC | 356 |
| Chương 7 – TÍNH TOÁN THIẾT KẾT HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHO MỘT TRUNG TÂM GIẢI TRÍ | 359 |
| 7.1. Nhiệm vụ thiết kế và các số liệu cơ sở | 359 |
| 7.2. Lựa chọn công nghệ xử lý | 360 |
| 7.3. Tính toán các công trình xử lý đơn vị | 361 |
| Bể tự hoại | 361 |
| Bể lọc sinh học ngầm (Phương án I) | 362 |
| Bể lọc cát sỏi (Phương án II) | 364 |
| Bể lắng đứng đợt II | 367 |
| Phần thứ ba – XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP | |
| Chương 8 – TÍNH TOÁN THIẾT KẾT HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI TẬP TRUNG CHO MỘT KHU CÔNG NGHIỆP | 373 |
| 8.1. Nhiệm vụ thiết kế và các số liệu cơ sở | 373 |
| 8.2. Lựa chọn công nghệ xử lý | 374 |
| 8.3. Tính toán các công trình xử lý đơn vị | 376 |

| | |
|--|------------|
| Ngăn tập trung và hố bơm nước thải | 376 |
| Lưới chắn rác (lưới lược tinh) và bể lắng cát thổi khí | 379 |
| Bể điều hòa | 381 |
| Bể trung hòa và bể pha trộn dung dịch dinh dưỡng | 384 |
| Thiết bị khuấy trộn trong bể trung hòa và bể pha trộn | 385 |
| Aerôten kết hợp bể lắng đợt II | 385 |
| Bể tiếp xúc | 390 |
| Hồ xử lý bổ sung | 390 |
| Bể nén bùn | 390 |
| Bể chứa bùn | 393 |
| Máy ép bùn dây đai (Bell Press) | 395 |
| Tính toán hóa chất | 398 |
| 8.4. Mặt bằng tổng thể và mặt cắt theo nước trạm xử lý | 402 |
| Chương 9 – TÍNH TOÁN THIẾT KẾT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP CHẾ BIẾN THỦY SẢN | 406 |
| 9.1. Giới thiệu sơ lược | 406 |
| 9.2. Nhiệm vụ thiết kế | 407 |
| 9.3. Lựa chọn công nghệ xử lý nước thải | 408 |
| 9.4. Tính toán các công trình đơn vị xử lý nước thải | 409 |
| Chương 10 – XỬ LÝ NƯỚC THẢI GIẾT MỔ GIA SÚC | 445 |
| 10.1. Nhiệm vụ thiết kế và các số liệu cơ sở | 445 |
| 10.2. Xác định các lưu lượng tính toán | 446 |
| 10.3. Lựa chọn công nghệ xử lý nước thải | 446 |
| 10.4. Tính toán các công trình đơn vị xử lý nước thải | 446 |
| Chương 11 – XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP SẢN XUẤT BỘT GIẤY – GIẤY | 474 |
| 11.1. Giới thiệu sơ lược | 474 |
| 11.2. Nhiệm vụ thiết kế và các thông số thiết kế | 476 |
| 11.3. Xác định các lưu lượng tính toán | 477 |
| 11.4. Lựa chọn công nghệ xử lý nước thải | 478 |
| 11.5. Tính toán các công trình đơn vị xử lý nước thải | 478 |
| 11.6. Mặt bằng và mặt cắt theo nước của trạm xử lý nước thải | 503 |
| Chương 12 – XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP ĐƯỜNG | 506 |
| 12.1. Giới thiệu sơ lược | 506 |

x

| | |
|--|-----|
| 12.2. Nhiệm vụ thiết kế | 507 |
| 12.3. Xác định các lưu lượng tính toán | 507 |
| 12.4. Công nghệ xử lý nước thải | 507 |
| 12.5. Tính toán các công trình đơn vị xử lý nước thải | 508 |
| 12.6. Mặt bằng và mặt cắt theo nước của trạm xử lý nước thải | 517 |
| <i>TÀI LIỆU THAM KHẢO</i> | 520 |

PHẦN THỨ NHẤT

**NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ
XỬ LÝ NƯỚC THẢI**

MỘT SỐ KHÁI NIỆM VÀ THÔNG SỐ CƠ BẢN PHỤC VỤ TOÁN THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

1.1. GIỚI THIỆU

Các hoạt động của con người luôn gắn liền với nhu cầu sử dụng nước cho các mục đích khác nhau: cho đời sống sinh hoạt hàng ngày, cho nhu cầu sản xuất công nghiệp,... và thải ra các loại nước thải tương ứng có chứa các tác nhân gây ô nhiễm sau quá trình sử dụng. Nước mưa, vốn được xem là nguồn nước sạch nhưng vẫn có khả năng bị nhiễm bẩn do tiếp xúc với các chất ô nhiễm trong khí quyển và lôi cuốn các chất bẩn tích tụ trên mặt đất vào các nguồn nước. Nếu không được kiểm soát, quản lý tốt và không có các biện pháp xử lý hữu hiệu, các dòng thải đó sẽ gây nên nhiều vấn đề nan giải về ngập úng đường phố, ô nhiễm môi trường và ô nhiễm các nguồn nước, phá vỡ mối cân bằng sinh thái tự nhiên và làm mất đi vẻ mỹ quan của các trung tâm đô thị.

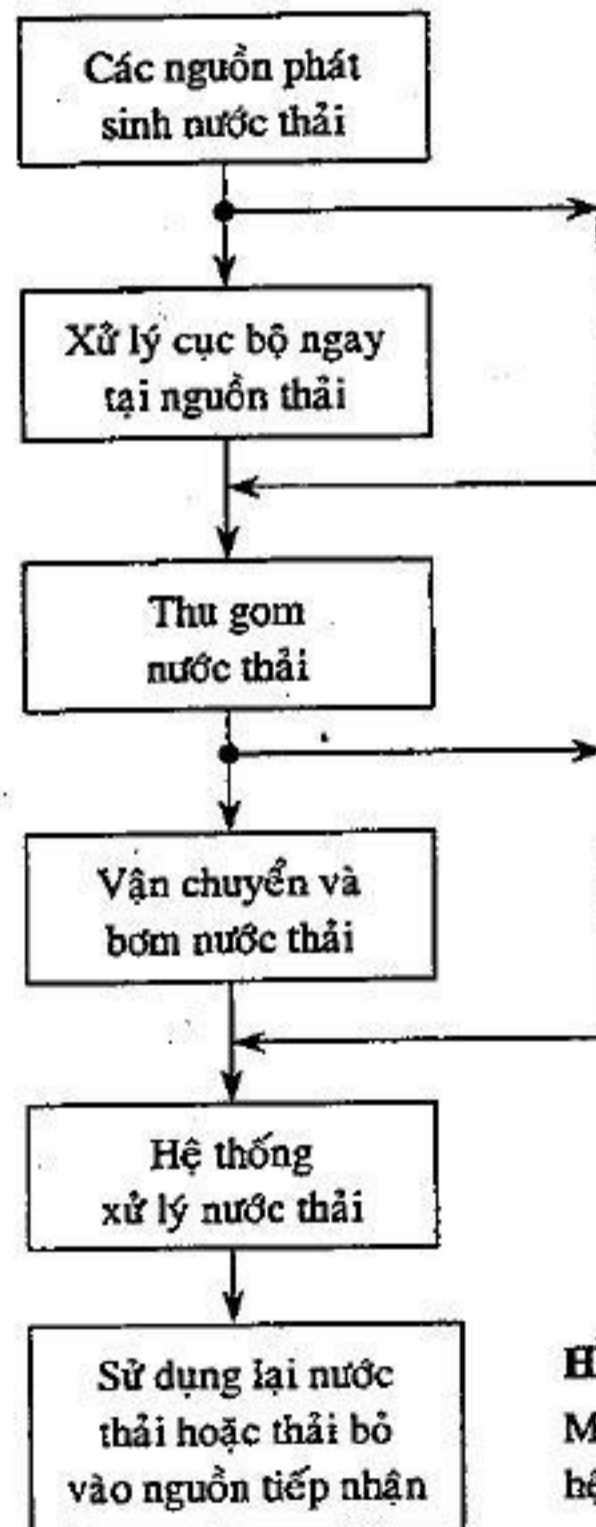
Để bảo vệ môi trường và duy trì các điều kiện sống trong lành, các loại nước thải cần phải được kiểm soát và quản lý nghiêm ngặt. Một hệ thống quản lý nước thải hiện đại cần phải xem xét đến các yếu tố sau đây:

- 1) Các nguồn phát sinh nước thải;
- 2) Các công trình xử lý cục bộ nước thải ngay tại nguồn thải;
- 3) Các hệ thống thu gom nước thải;
- 4) Các phương tiện chuyển tải nước thải;
- 5) Hệ thống xử lý nước thải tập trung ở cuối mạng lưới đường ống; và
- 6) Các công trình thải bỏ nước thải vào nguồn tiếp nhận: sông, hồ, biển,...

Mối tương quan giữa các yếu tố trên được thể hiện bằng sơ đồ khối như trên Hình 1-1 và được mô tả như trong Bảng 1-1. Cũng giống như đối với các hệ thống cấp nước, hai yếu tố quan trọng cần phải được bổ sung thêm vào trong một hệ thống quản lý nước thải là *lưu lượng* và *chất lượng* (Bảng 1-1).

Điều kiện quan trọng khi tính toán thiết kế cũng như trong quá trình vận hành, quản lý hệ thống thoát nước nói chung và xử lý nước thải nói riêng là sự hiểu biết một số khái niệm và thông số cơ bản về nước thải (thành phần và tính chất của nước thải, công nghệ xử lý nước thải, nguồn tiếp nhận nước thải sau khi đã xử lý...).

Sự hiểu biết thấu đáo các vấn đề nêu trên cũng là một yêu cầu không thể thiếu được đối với cán bộ quản lý môi trường.



HÌNH 1-1.

Mối tương quan giữa các thành phần chức năng của một hệ thống quản lý nước thải đô thị.

BẢNG 1-1.

Các thành phần chức năng của một hệ thống quản lý nước thải đô thị

| Thành phần chức năng | Những yếu tố quan tâm chính trong việc thiết kế | Mô tả |
|-----------------------------|---|---|
| Nguồn thải | Lưu lượng/chất lượng | Các nguồn nước thải ra từ các khu dân cư, khu thương mại, cơ quan, trường học, bệnh viện, các khu công nghiệp, các cơ sở công nghiệp riêng lẻ,... |
| Xử lý cục bộ tại nguồn thải | Lưu lượng/chất lượng | Các công trình dùng để xử lý sơ bộ hoặc điều hòa lưu lượng nước thải trước khi thải vào hệ thống thu gom |
| Thu gom | Lưu lượng/chất lượng | Các công trình dùng để thu gom nước thải từ các nguồn riêng lẻ trong một cộng đồng dân cư |
| Vận chuyển | Lưu lượng/chất lượng | Các công trình dùng để bơm và chuyển tải nước thải đến các trạm xử lý |
| Xử lý | Lưu lượng/chất lượng | Các công trình dùng để xử lý, làm sạch nước thải đến mức độ cần thiết trước khi thải vào nguồn tiếp nhận |
| Sử dụng lại/ thải bỏ | Lưu lượng/chất lượng | Các công trình dùng để sử dụng lại và thải bỏ nước thải đã được xử lý và bùn hình thành trong quá trình xử lý |

Trước hết chúng ta cùng tìm hiểu qua về những khái niệm và thông số cơ bản đối với nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp.

1.2. NƯỚC THẢI SINH HOẠT VÀ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

Nước thải được quan tâm chính trong tài liệu này gồm 2 loại: nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp.

1.2.1. Nước thải sinh hoạt

Nước thải sinh hoạt là nước được thải bỏ sau khi sử dụng cho các mục đích sinh hoạt của cộng đồng: tắm, giặt giũ, tẩy rửa, vệ sinh cá nhân, ... Chúng thường được thải ra từ các căn hộ, cơ quan, trường học, bệnh viện, chợ, và các

công trình công cộng khác. Lượng nước thải sinh hoạt của một khu dân cư phụ thuộc vào dân số, vào tiêu chuẩn cấp nước và đặc điểm của hệ thống thoát nước. Tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt cho một khu dân cư phụ thuộc vào khả năng cung cấp nước của các nhà máy nước hay các trạm cấp nước hiện có. Các trung tâm đô thị thường có tiêu chuẩn cấp nước cao hơn so với các vùng ngoại thành và nông thôn, do đó lượng nước thải sinh hoạt tính trên một đầu người cũng có sự khác biệt giữa thành thị và nông thôn. Nước thải sinh hoạt ở các trung tâm đô thị thường được thoát bằng hệ thống thoát nước dẫn ra các sông rạch, còn ở các vùng ngoại thành và nông thôn do không có hệ thống thoát nước nên nước thải thường được tiêu thoát tự nhiên vào các ao hồ hoặc thoát bằng biện pháp tự thấm.

Thành phần của nước thải sinh hoạt gồm 2 loại:

- Nước thải nhiễm bẩn do chất bài tiết của con người từ các phòng vệ sinh;
- Nước thải nhiễm bẩn do các chất thải sinh hoạt: cặn bã từ nhà bếp, các chất rửa trôi kể cả làm vệ sinh sàn nhà.

Nước thải sinh hoạt chứa nhiều chất hữu cơ dễ bị phân hủy sinh học, ngoài ra còn có cả các thành phần vô cơ, vi sinh vật và vi trùng gây bệnh rất nguy hiểm. Chất hữu cơ chứa trong nước thải sinh hoạt bao gồm các hợp chất như protein (40 ÷ 50%); hydratcarbon (40 ÷ 50%) gồm tinh bột, đường và xenlulô; và các chất béo (5 ÷ 10%). Nồng độ chất hữu cơ trong nước thải sinh hoạt dao động trong khoảng 150 ÷ 450 mg/L theo trọng lượng khô. Có khoảng 20 ÷ 40% chất hữu cơ khó bị phân hủy sinh học. Ở những khu dân cư đông đúc, điều kiện vệ sinh thấp kém, nước thải sinh hoạt không được xử lý thích đáng là một trong những nguồn gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng.

Đặc điểm quan trọng của nước thải sinh hoạt là thành phần của chúng tương đối ổn định (xem Bảng 1-2).

1.2.2. Nước thải công nghiệp

Nước thải công nghiệp được tạo nên sau khi đã sử dụng nước trong các quá trình công nghệ sản xuất của các xí nghiệp công nghiệp. Đặc tính ô nhiễm và nồng độ của nước thải công nghiệp rất khác nhau phụ thuộc vào loại hình công nghiệp và chế độ công nghệ lựa chọn. Loại nước thải này có thể bị ô nhiễm do các tạp chất có nguồn gốc vô cơ hoặc hữu cơ. Trong thành phần của

chúng có thể có chứa các dạng vi sinh vật (đặc biệt là nước thải của các nhà máy giết mổ, nhà máy sữa, bia, dược phẩm), các chất có ích cũng như các chất độc hại.

Trong xí nghiệp công nghiệp, nước thải công nghiệp gồm:

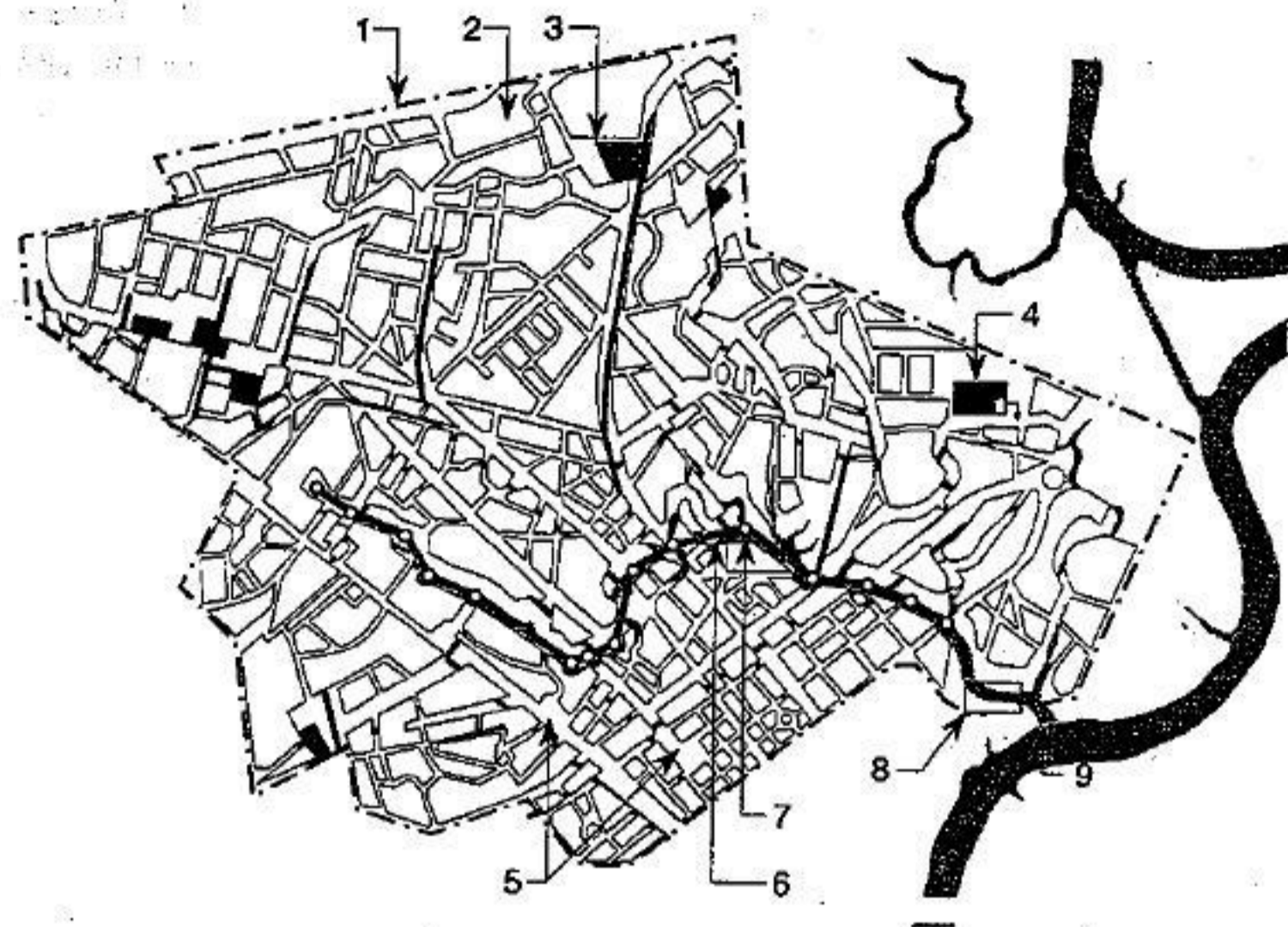
- a. Nước thải công nghiệp qui ước sạch: là loại nước thải sau khi được sử dụng để làm nguội sản phẩm, làm mát thiết bị, làm vệ sinh sàn nhà;
- b. Loại nước thải công nghiệp nhiễm bẩn đặc trưng của công nghiệp đó và cần xử lý cục bộ trước khi xả vào mạng lưới thoát nước chung hoặc vào nguồn nước tùy theo mức độ xử lý.

Cần lưu ý rằng, việc xả nước thải công nghiệp vào mạng lưới thoát nước thành phố hay vào nguồn nước có thể là điều hòa hoặc không điều hòa (về lưu lượng và nồng độ), có thể liên tục hoặc gián đoạn. Vì vậy trong việc lựa chọn công nghệ xử lý thì những đặc điểm trên cần được xem xét giải quyết.

Thành phần gây ô nhiễm chính của nước thải công nghiệp là các chất vô cơ (nhà máy luyện kim, nhà máy sản xuất vật liệu xây dựng, nhà máy phân bón vô cơ...), các chất hữu cơ dạng hòa tan (thông qua chỉ tiêu NOS), các chất hữu cơ vi lượng gây mùi, vị (phenol, bezen...), các chất hữu cơ khó bị phân hủy sinh học hay bền vững sinh học (một số dạng thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ...), chất hoạt tính bề mặt ABS (Alkylbenzene - Sunfonat), một số các chất hữu cơ có thể gây độc hại cho thủy sinh vật (benzen, chlorebezen, nitrophenol, toluen...), các chất hữu cơ có thể phân hủy sinh học tương tự như trong nước thải sinh hoạt.

Trong nước thải công nghiệp còn có thể có chứa dầu, mỡ và các chất nổi, các chất lơ lửng, kim loại nặng, các chất dinh dưỡng (N, P) với hàm lượng cao.

Ở Hình 1-2 giới thiệu sơ đồ khái quát của một hệ thống thoát nước đô thị (bao gồm mạng lưới thoát nước và trạm xử lý nước thải) và mối quan hệ của chúng với nguồn tiếp nhận.



HÌNH 1-2.

Ví dụ minh họa cho hệ thống thoát nước đô thị.

- | | |
|--|---|
| 1: Ranh giới lưu vực thoát nước; | 5: Cống nhánh thoát nước; |
| 2: Khu dân cư; | 6: Cống chính thu gom nước thải; |
| 3: Xí nghiệp công nghiệp với xử lý cục bộ nước thải và xả vào mạng lưới thoát nước đô thị; | 7: Giếng tràn; |
| 4: Xí nghiệp công nghiệp với xử lý cục bộ nước thải và xả trực tiếp ra kênh; | 8: Trạm xử lý nước thải tập trung cho toàn bộ lưu vực; |
| | 9: Xả nước thải sau xử lý ra sông (Phương án xả giữa dòng). |

1.3. THÀNH PHẦN VÀ ĐẶC TÍNH CỦA NƯỚC THẢI

Các chất chứa trong nước thải bao gồm: các chất hữu cơ, vô cơ và vi sinh vật.

Các chất hữu cơ trong nước thải sinh hoạt chiếm khoảng 50 ÷ 60% tổng các chất gồm các chất hữu cơ thực vật: cặn bã thực vật, rau, hoa, quả, giấy... và các chất hữu cơ động vật: chất thải bài tiết của người và động vật, xác động vật... Các chất hữu cơ trong nước thải theo đặc tính hóa học gồm chủ yếu là protein (chiếm 40 ÷ 60%), hydrat cacbon (25 ÷ 50%), các chất béo, dầu mỡ

(10%). Urê cũng là chất hữu cơ quan trọng trong nước thải sinh hoạt. Nồng độ các chất hữu cơ thường được xác định thông qua chỉ tiêu NOS (BOD) và NOH (COD). Bên cạnh các chất trên, trong nước thải còn có chứa các liên kết hữu cơ tổng hợp: các chất hoạt tính bề mặt mà điển hình là chất tẩy tổng hợp (Alkyl benzen sunfonat – ABS) rất khó xử lý bằng phương pháp sinh học như đã trình bày ở phần trước và gây nên hiện tượng sủi bọt trong các trạm xử lý nước thải cũng như trên bề mặt các nguồn tiếp nhận nước thải.

Các chất vô cơ trong nước thải chiếm 40 ÷ 42% gồm chủ yếu: cát, đất sét, các axit, bazơ vô cơ, dầu khoáng...

Trong nước thải có mặt nhiều dạng vi sinh vật: vi khuẩn, virus, nấm, rong tảo, trứng giun sán... Trong số các dạng vi sinh vật đó có thể có cả các vi trùng gây bệnh, ví dụ: lỵ, thương hàn... có khả năng gây thành dịch bệnh. Về thành phần hóa học thì các loại vi sinh vật thuộc nhóm các chất hữu cơ.

Khi xét đến các quá trình xử lý nước thải, bên cạnh các thành phần vô cơ, hữu cơ, vi sinh vật như đã nêu ở trên thì quá trình xử lý còn phụ thuộc rất nhiều vào trạng thái hóa lý của các chất đó và trạng thái này được xác định bằng độ phân tán của các hạt. Theo đó, các chất chứa trong nước thải được chia thành bốn nhóm phụ thuộc vào kích thước hạt của chúng như sau:

Nhóm 1: gồm các tạp chất phân tán thô, không tan ở dạng lơ lửng, nhũ tương, bọt. Kích thước hạt của nhóm 1 nằm trong khoảng $10^{-1} \div 10^{-4}$ mm. Chúng cũng có thể là các chất vô cơ, hữu cơ, vi sinh vật... và hợp cùng với nước thải thành hệ dị thể không bền và trong điều kiện xác định, chúng có thể lắng xuống dưới dạng cặn lắng hoặc nổi lên trên mặt nước, hoặc tồn tại ở trạng thái lơ lửng trong khoảng thời gian nào đó. Các chất chứa trong nước thải ở nhóm 1, chính vì thế có thể dễ dàng tách ra khỏi nước bằng phương pháp trọng lực.

Nhóm 2: gồm các chất phân tán dạng keo với kích thước hạt của nhóm này nằm trong khoảng $10^{-4} \div 10^{-6}$ mm. Chúng gồm hai loại keo: keo ưa nước và keo kỵ nước.

Keo ưa nước được đặc trưng bằng khả năng liên kết giữa các hạt phân tán với nước. Chúng thường là những chất hữu cơ có trọng lượng phân tử lớn: hydrat cacbon (xenlulô, tinh bột), protit (albumin, hemoglobin, keo động vật...), xà bông, thuốc nhuộm hữu

cơ, các vi sinh vật... Keo kỵ nước (đất sét, hydroxyt sắt, nhôm, silic...) không có khả năng liên kết như keo ưa nước.

Thành phần các chất keo chứa trong nước thải sinh hoạt chiếm 35 ÷ 40% lượng các chất lơ lửng. Do kích thước nhỏ bé nên khả năng tự lắng của các hạt keo là khó khăn. Vì vậy, để các hạt keo có thể lắng được, cần phá vỡ độ bền của chúng và trong công nghệ xử lý nước và nước thải thường áp dụng quá trình keo tụ (hóa học hoặc sinh học).

Nhóm 3: gồm các chất hòa tan có kích thước hạt phân tử $\leq 10^{-7}$ mm. Chúng tạo thành hệ một pha còn gọi là dung dịch thật. Các chất trong nhóm 3 rất khác nhau về thành phần. Một số các chỉ tiêu đặc trưng cho tính chất của nước thải: độ màu, mùi, nhu cầu oxy sinh hóa NOS (hay BOD), nhu cầu oxy hóa học - NOH (hay COD), tổng hàm lượng nitơ, phospho..., được xác định thông qua sự có mặt các chất thuộc nhóm này và để xử lý chúng thường ứng dụng phương pháp sinh học và phương pháp hóa lý.

Nhóm 4: gồm các chất trong nước thải có kích thước hạt nhỏ hơn hoặc bằng 10^{-3} mm (phân tán ion). Các chất này chủ yếu là các axit, bazơ và các muối của chúng. Một số trong số đó như các muối amônia, photphat được hình thành trong quá trình xử lý sinh học.

Một cách tổng quát rằng, các thành phần muối của các axit, bazơ của nhóm 4 hông bị loại bỏ được (không xử lý được) khi xử lý ở trạm xử lý nước thải tập trung. Để xử lý chúng, cần áp dụng các phương pháp xử lý hóa lý phức tạp hơn, tốn kém hơn như: trao đổi ion, hoặc sử dụng hệ thống màng lọc.

Như đã nêu ở trên, trong nước thải còn có thể có chứa một lượng khá lớn các vi sinh vật khác nhau, có cả vi trùng gây bệnh: thương hàn, kiết lỵ, vi trùng ệnh đường ruột (E.Coli), trứng giun sán... Mức độ gây ô nhiễm sinh học phụ thuộc vào nhiều yếu tố: tình trạng vệ sinh ở khu dân cư, đáng lưu ý là các nguồn thải từ bệnh viện, các nhà máy giết mổ... Để loại bỏ các vi trùng có trong nước thải, thường tiến hành giai đoạn khử trùng sau khi đã qua các bước xử lý cơ bản: cơ học và sinh học (đối với nước thải sinh hoạt và nước thải của một số ngành công nghiệp).

Một số chất ô nhiễm chứa trong nước thải đáng được quan tâm nữa là: kim loại nặng, thuốc trừ sâu, các chất phóng xạ và một số chất độc hại khác. Dạng các chất ô nhiễm đặc biệt này có thể gây tác hại to lớn đến con người, sinh vật và môi trường. Mức độ tác hại phụ thuộc vào loại chất ô nhiễm, nồng độ của chúng và khả năng xử lý các chất đặc biệt này.

Chất lượng nước thải sinh hoạt chưa xử lý thông qua một số chỉ tiêu ô nhiễm đặc trưng có thể tham khảo ở Bảng 1-2 (Theo Metcalf và Eddy).

BẢNG 1-2.

Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt chưa xử lý

| Các chỉ tiêu | Nồng độ | | |
|--|------------------|------------------|------------------|
| | Nhẹ | Trung bình | Nặng |
| Chất rắn tổng cộng, mg/L | 350 | 720 | 1200 |
| Tổng chất rắn hòa tan, mg/L: | 250 | 500 | 850 |
| • Cố định (Fixed), mg/L | 145 | 300 | 525 |
| • Bay hơi, mg/L | 105 | 200 | 325 |
| Chất rắn lơ lửng, mg/L: | 100 | 220 | 350 |
| • Cố định, mg/L | 20 | 55 | 75 |
| • Bay hơi, mg/L | 80 | 165 | 275 |
| Chất rắn lắng được, mg/L | 5 | 10 | 20 |
| NOS ₅ (BOD ₅), mg/L | 110 | 220 | 400 |
| Tổng carbon hữu cơ, mg/L | 80 | 160 | 210 |
| NOH (COD), mg/L | 250 | 500 | 1000 |
| Tổng nitơ (theo N), mg/L: | 20 | 40 | 85 |
| • Hữu cơ | 8 | 15 | 35 |
| • Amônia tự do | 12 | 25 | 50 |
| • Nitrit | 0 | 0 | 0 |
| • Nitrat | 0 | 0 | 0 |
| Tổng Photpho (theo P), mg/L: | 4 | 8 | 15 |
| • Hữu cơ | 1 | 3 | 5 |
| • Vô cơ | 3 | 5 | 10 |
| Clorua, mg/L | 30 | 50 | 100 |
| Sunfat, mg/L | 20 | 30 | 50 |
| Độ kiềm (theo CaCO ₃), mg/L | 50 | 100 | 200 |
| Dầu mỡ, mg/L | 50 | 100 | 150 |
| Coliform No/100, mg/L | $10^6 \div 10^7$ | $10^7 \div 10^8$ | $10^7 \div 10^9$ |
| Chất hữu cơ bay hơi, µg/l | <100 | 100 ÷ 400 | >400 |

Ghi chú: Số liệu trong dẫn ra trong bảng này chỉ để tham khảo, chứ không phải để sử dụng cho mục đích thiết kế các hệ thống xử lý nước thải.

Khi thiết kế các công trình xử lý nước thải cho khu dân cư và đô thị, nồng độ bẩn của nước thải sinh hoạt được xác định theo tải lượng chất bẩn tính cho một người trong ngày đêm và có thể tham khảo ở Bảng 1-3.

Đặc tính của bùn tự hoại trong nước thải sinh hoạt ở mạng lưới thoát nước hay ở bể tự hoại có thể tham khảo ở Bảng 1-4.

BẢNG 1-3.

Tải lượng chất bẩn tính cho một người trong ngày đêm

| Chỉ tiêu | Tải trọng chất bẩn (g/người.ngày đêm) | |
|---|---|---|
| | Các Quốc gia đang phát triển gần gũi với Việt Nam | Theo Tiêu chuẩn TCXD-51-84 của Việt Nam |
| Chất rắn lơ lửng (SS) | 70 ÷ 145 | 50 ÷ 55 |
| BOD ₅ | 45 ÷ 54 | 25 ÷ 30 |
| COD (Bicromate) | 72 ÷ 102 | - |
| Nitơ Amonia (N-NH ₄ ⁺) | 2,4 ÷ 4,8 | 7 |
| Nitơ tổng cộng (N) | 6 ÷ 12 | - |
| Photpho tổng cộng (P) | 0,8 ÷ 4,0 | 1,7 |
| Chất hoạt động bề mặt | - | 2,0 ÷ 2,5 |
| Dầu mỡ phi khoáng | 10 ÷ 30 | - |

BẢNG 1-4.

Đặc tính của bùn tự hoại trong nước thải sinh hoạt

| Các chỉ tiêu | Nồng độ, mg/L | |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------|
| | Khoảng dao động | Giá trị đặc trưng |
| Chất rắn tổng cộng | 5.000 ÷ 100.000 | 40.000 |
| Chất rắn lơ lửng | 4.000 ÷ 100.000 | 15.000 |
| Chất rắn lơ lửng bay hơi | 1.200 ÷ 14.000 | 2.000 |
| NOS ₅ (BOD ₅) | 2.000 ÷ 30.000 | 6.000 |
| NOH (COD) | 5.000 ÷ 80.000 | 30.000 |
| Nitơ tổng cộng (Kjedhal) | 100 ÷ 1.000 | 700 |
| N-NH ₃ | 100 ÷ 800 | 400 |
| Tổng Photpho (P) | 50 ÷ 800 | 250 |
| Kim loại nặng (Fe, Zn, Al) | 100 ÷ 1.000 | 300 |

1.4. CÁC CHỈ TIÊU CƠ BẢN VỀ CHẤT LƯỢNG NƯỚC THẢI

Bên cạnh những chỉ tiêu cơ bản về chất lượng nước mà chúng ta thường gặp trong lĩnh vực cấp nước, trong thành phần của nước thải còn có chứa thêm một số chất bẩn đặc trưng khác do hậu quả của việc sử dụng nước cho các mục đích sinh hoạt, thương mại, công nghiệp... Bảng 1-5 giới thiệu một số chỉ tiêu đặc trưng cho các tính chất lý học, hóa học và sinh học của các chất bẩn đã được tìm thấy trong nước thải. Một vài chỉ tiêu đặc biệt khác cũng thường hay được dùng để phản ánh mức độ ô nhiễm chất hữu cơ của nước thải, chúng thường được xếp loại vào nhóm các chỉ tiêu sinh hóa.

1.4.1. Các chỉ tiêu lý học

Đặc tính lý học quan trọng nhất của nước thải gồm: chất rắn tổng cộng, mùi, nhiệt độ, độ màu, độ đục.

Chất rắn tổng cộng

Chất rắn tổng cộng trong nước thải bao gồm các chất rắn không tan hoặc lơ lửng và các hợp chất tan đã được hoà tan vào trong nước. Hàm lượng chất rắn lơ lửng được xác định bằng cách lọc một thể tích xác định mẫu nước thải qua giấy lọc và sấy khô giấy lọc ở 105°C đến trọng lượng không đổi. Độ chênh lệch khối lượng giữa giấy lọc trước khi lọc mẫu và sau khi lọc mẫu trong cùng một điều kiện cân chính là lượng chất rắn lơ lửng có trong một thể tích mẫu đã được xác định. Khi phần cặn trên giấy lọc được đốt cháy thì các chất rắn dễ bay hơi bị cháy hoàn toàn. Các chất rắn dễ bay hơi được xem như là phần vật chất hữu cơ, cho dù một vài chất hữu cơ không bị cháy và một vài chất rắn vô cơ bị phân ly ở nhiệt độ cao. Vật chất hữu cơ bao gồm các protein, các carbohydrate và các chất béo. Sự hiện diện các chất béo và dầu mỡ trong nước thải ở những lượng quá mức có thể gây trở ngại cho quá trình xử lý. Lượng chất béo hoặc dầu mỡ trong một mẫu được xác định bằng cách cho thêm hexane vào một mẫu chất rắn thu được nhờ sự bay hơi. Bởi vì các chất béo và dầu mỡ hoà tan trong hexane, cho nên khối lượng của chúng được xác định bằng cách làm bay hơi dung dịch sau khi đã được gạn lọc hoàn tất.

BẢNG 1-5.

Các chỉ tiêu thông dụng đặc trưng cho các tính chất lý học, hóa học và sinh học của nước thải đô thị

| Các chỉ tiêu đặc trưng ^(*) | Ký hiệu/ định nghĩa | Ý nghĩa |
|---|------------------------------|---|
| Các chỉ tiêu lý học | | |
| Chất rắn tổng cộng | TS | Để đánh giá khả năng tái sử dụng nước thải và để xác định xem dạng công trình và quá trình nào là thích hợp nhất để xử lý chúng |
| Tổng chất rắn dễ bay hơi | TVS | |
| Chất rắn lơ lửng | SS | |
| Chất rắn lơ lửng dễ bay hơi | VSS | |
| Tổng chất rắn hòa tan = TS – SS | TDS | |
| Chất rắn có thể lắng được | | Để xác định xem các chất rắn nào sẽ lắng được bằng trọng lực trong một khoảng thời gian nhất định |
| Độ màu | Nâu nhạt, xám, đen | Để đánh giá trạng thái của nước thải (còn mới hay đã bị phân hủy) |
| Mùi | | Để xác định nó nếu như mùi sẽ là vấn đề được quan tâm |
| Nhiệt độ | °C hay °F | Là thông số quan trọng trong việc thiết kế và vận hành các công trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học |
| Các chỉ tiêu hóa học | | |
| Nhu cầu oxy hóa học | NOH (COD) | Để đo lượng oxy cần thiết cho việc ổn định chất thải hoàn toàn |
| Tổng carbon hữu cơ | TOC | Thường được sử dụng như là một đại lượng thay thế cho xét nghiệm NOS ₅ (BOD ₅) |
| Các hợp chất hữu cơ đặc biệt và các loại hợp chất | | Để xác định sự hiện diện của các chất ô nhiễm ưu tiên và các hợp chất hữu cơ khác và để xác định xem quá trình xử lý nào là thích hợp đối với chúng |
| Tổng Nitơ Kjeldahl | TKN | Để đánh giá sự hiện diện của các chất dinh dưỡng trong nước thải và mức độ phân hủy trong nước thải; các dạng oxy hóa có thể có của các hợp chất của nitơ |
| Nitơ hữu cơ | Org N | |
| Ammonia tự do | NH ₄ ⁺ | |
| Nitrit | NO ₂ ⁻ | |
| Nitrat | NO ₃ | |
| Tổng phospho | TP | |
| Phospho hữu cơ | Org P | |
| Phospho vô cơ ^(**) | Inorg P | |
| Clorua | Cl ⁻ | Để đánh giá khả năng tái sử dụng nước thải cho nông nghiệp |

Bảng 1-5 (tiếp theo)

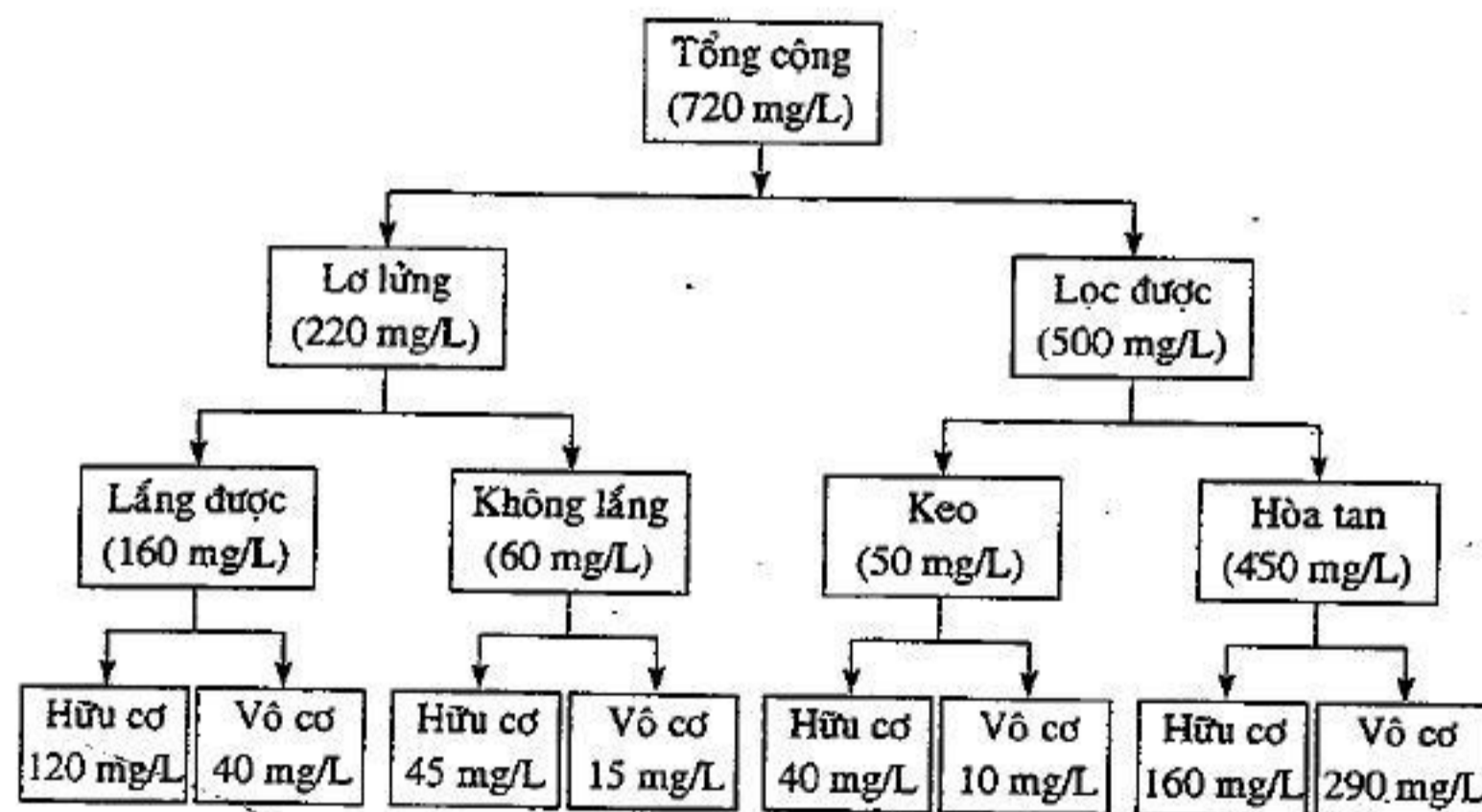
| Các chỉ tiêu đặc trưng ^(*) | Ký hiệu/ định nghĩa | Ý nghĩa |
|--|--|--|
| Các chỉ tiêu hóa học | | |
| Sulfat | SO ₄ ²⁻ | Để đánh giá khả năng xử lý bùn thải |
| pH | pH = -log[H ⁺] | Đánh giá tính axit hay kiềm của một dung dịch nước |
| Độ kiềm | Σ HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻ + OH ⁻ | Để đánh giá khả năng đệm của nước thải |
| Các nguyên tố vi lượng | | Có thể là các yếu tố quan trọng trong việc xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học |
| Các kim loại nặng | | Để đánh giá các ảnh hưởng độc tính đối với xử lý sinh học và khả năng sử dụng lại nước thải sau xử lý |
| Các nguyên tố và các hợp chất vô cơ đặc biệt | | Để đánh giá sự hiện diện hoặc thiếu vắng các chất ô nhiễm ưu tiên |
| Các chất khí khác nhau | | Sự hiện diện hoặc vắng mặt các chất khí đặc biệt |
| Các chỉ tiêu sinh hóa | | |
| Nhu cầu oxy sinh hóa carbon năm ngày | NOS ₅ (BOD ₅) | Để đo lượng oxy cần thiết để ổn định chất thải về mặt sinh học |
| Nhu cầu oxy sinh hóa carbon hoàn toàn | NOS _{nl} (BOD _{nl}) | |
| Nhu cầu oxy nitơ | NON (NOD) | Để đo lượng oxy cần thiết để oxy hóa sinh học nitơ trong nước thải thành nitrat |
| Các chỉ số sinh học | | |
| Tính độc | Đơn vị độc cấp tính (TU _A) và kinh niên (TU _C) | Để thử độc tính của nước thải và nước thải đã được xử lý |
| Coliform | MPN | Để kiểm nghiệm sự hiện diện của vi khuẩn gây bệnh và hiệu quả của quá trình chlorin hóa nước thải |
| Các vi sinh vật đặc biệt | Vi khuẩn, động vật nguyên sinh, giun sán, virus | Để đánh giá sự hiện diện của các vi sinh vật đặc biệt có liên quan đến việc vận hành nhà máy xử lý và đối với việc tái sử dụng nước thải |

^(*) Chi tiết về việc xét nghiệm các chỉ tiêu này có thể tìm thấy trong "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 17th ed., American Public Health Association, 1989; hoặc trong bộ tài liệu "Các Tiêu chuẩn Việt Nam về Môi trường", 1995.

^(**) Chủ yếu là PO₄³⁻.

Trong nước thải đô thị, có khoảng 40 – 65% chất rắn nằm ở trạng thái lơ lửng. Các chất rắn này có thể nổi lên trên mặt nước hay lắng xuống dưới đáy và có thể hình thành nên các bãi bùn không mong muốn khi thải nước thải có chứa nhiều chất rắn vào một con sông. Một số chất rắn lơ lửng có khả năng lắng rất nhanh, tuy nhiên các chất lơ lửng ở kích thước hạt keo thì lắng rất chậm chạp hoặc hoàn toàn không thể lắng được. Các chất rắn có thể lắng được là những chất rắn mà chúng có thể được loại bỏ bởi quá trình lắng và thường được biểu diễn bằng đơn vị ml/l. Việc xác định chúng thường được tiến hành trong điều kiện phòng thí nghiệm bằng cách sử dụng nón Imhoff. Thông thường, khoảng 60% chất rắn lơ lửng trong nước thải đô thị là chất rắn có thể lắng được.

Theo Metcals, thành phần của chất rắn trong nước thải sinh hoạt được mô tả một cách tương đối như ở Hình 1-3.



HÌNH 1-3. Thành phần chất rắn trong nước thải sinh hoạt chưa xử lý.

Mùi

Việc xác định mùi của nước thải ngày càng trở nên quan trọng, đặc biệt là các phản ứng gay gắt của dân chúng đối với các công trình xử lý nước thải không được vận hành tốt. Mùi của nước thải còn mới thường không gây ra

các cảm giác khó chịu, nhưng một loạt các hợp chất gây mùi khó chịu sẽ được tỏa ra khi nước thải bị phân hủy sinh học dưới các điều kiện yếm khí. Hợp chất gây mùi đặc trưng nhất là hydrosulfua (H₂S - mùi trứng thối). Các hợp chất khác, chẳng hạn như indol, skatol, cadaverin và mercaptan, được tạo thành dưới các điều kiện yếm khí có thể gây ra những mùi khó chịu hơn cả H₂S. Nước thải công nghiệp có thể có các mùi đặc trưng của từng loại hình sản xuất và sự phát sinh mùi mới trong quá trình xử lý nước thải công nghiệp. Điều đặc biệt quan tâm đối với việc thiết kế các công trình xử lý nước thải là tránh các điều kiện mà ở đó sẽ tạo ra các mùi khó chịu.

Nhiệt độ (°C)

Nhiệt độ của nước thải thường cao hơn nhiệt độ của nước cấp do việc xả các dòng nước nóng hoặc ấm từ các hoạt động sinh hoạt, thương mại hay công nghiệp và nhiệt độ của nước thải thường thấp hơn nhiệt độ của không khí.

Nhiệt độ của nước thải là một trong những thông số quan trọng bởi vì phần lớn các sơ đồ công nghệ xử lý nước thải đều ứng dụng các quá trình xử lý sinh học mà các quá trình đó thường bị ảnh hưởng mạnh bởi nhiệt độ. Nhiệt độ của nước thải ảnh hưởng đến đời sống của thủy sinh vật, đến sự hòa tan của oxy trong nước. Nhiệt độ còn là một trong những thông số công nghệ quan trọng liên quan đến quá trình lắng các hạt cặn, do nhiệt độ có ảnh hưởng đến độ nhớt của chất lỏng và do đó có liên quan đến lực cản của quá trình lắng các hạt cặn trong nước thải.

Nhiệt độ của nước thải thường thay đổi theo mùa và vị trí địa lý. Ở những vùng khí hậu lạnh, nhiệt độ của nước thải có thể thay đổi từ 7 – 18°C, trong khi đó ở những vùng có khí hậu ấm áp hơn, nhiệt độ của nước thải có thể thay đổi trong khoảng từ 13 đến 24°C. Ở thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh phía Nam, nhiệt độ của nước thải đô thị thường dao động ở mức 24 – 29°C, đôi khi lên đến trên 30°C.

Độ màu

Màu của nước thải là do các chất thải sinh hoạt, công nghiệp, thuốc nhuộm hoặc do các sản phẩm được tạo ra từ các quá trình phân hủy các chất hữu cơ. Đơn vị đo độ màu thông dụng là Platin - Coban (Pt-Co).

Độ màu là một thông số thường mang tính chất định tính, có thể được sử dụng để đánh giá trạng thái chung của nước thải. Nước thải sinh hoạt để chưa quá 6 giờ thường có màu nâu nhạt. Màu xám nhạt đến trung bình là đặc trưng của các loại nước thải đã bị phân hủy một phần. Nếu xuất hiện màu xám sẫm hoặc đen, nước thải coi như đã bị phân hủy hoàn toàn bởi các vi khuẩn trong điều kiện yếm khí (không có oxy). Hiện tượng nước thải ngả màu đen thường là do sự tạo thành các sulfide khác nhau, đặc biệt là sulfide sắt. Điều này xảy ra khi hydro sulfua được sản sinh ra dưới các điều kiện yếm khí kết hợp với một kim loại hóa trị hai có trong nước thải, chẳng hạn như sắt.

Độ đục

Độ đục của nước thải là do các chất lơ lửng và các chất dạng keo chứa trong nước thải tạo nên. Đơn vị đo độ đục thông dụng là NTU.

Giữa độ đục và hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải ban đầu (chưa xử lý) chưa có mối quan hệ đáng kể nào, tuy nhiên mối quan hệ này thể hiện rõ ở nước sau khi ra khỏi bể lắng đợt 2 và được tính bằng công thức:

$$\text{Chất lơ lửng, SS (mg/L)} = (2,3 \div 2,4) \times \text{Độ đục (NTU)}$$

1.4.2. Các chỉ tiêu hóa học và sinh hóa

pH

pH là chỉ tiêu đặc trưng cho tính axit hoặc tính bazơ của nước và được tính bằng nồng độ của ion hydro ($\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$). pH là chỉ tiêu quan trọng nhất trong quá trình sinh hóa bởi tốc độ của quá trình này phụ thuộc đáng kể vào sự thay đổi của pH. Các công trình xử lý sinh học nước thải thường hoạt động tốt khi $\text{pH} = 6,5 \div 8,5$.

Đối với nước thải sinh hoạt, pH thường dao động trong khoảng $6,9 \div 7,8$. Nước thải của một số ngành công nghiệp có thể có những giá trị pH khác nhau, ví dụ như nước thải công nghiệp sản xuất bột giấy thường có pH khá cao ($10 \div 11$) trong khi đó nước thải công nghiệp xi măng thường có pH khá thấp ($2,5 \div 3,5$), nước thải công nghiệp sơ chế mủ cao su có pH khoảng $4 \div 4,5$. Để xử lý các loại nước thải này cần thực hiện trung hòa.

Nhu cầu oxy hóa học – NOH (COD)

Nhu cầu oxy hóa học (viết tắt là NOH hay COD – *Chemical Oxygen Demand*) là lượng oxy cần thiết để oxy hóa toàn bộ các chất hữu cơ có trong nước thải, kể cả các chất hữu cơ không bị phân hủy sinh học, và được xác định bằng phương pháp bicromat trong môi trường axit sunfuric có thêm chất xúc tác – sunfat bạc. Đơn vị đo của NOH (COD) là mgO_2/L hay đơn giản là mg/L .

Nhu cầu oxy sinh hóa – NOS (BOD)

Nhu cầu oxy sinh hóa (viết tắt là NOS hay BOD) là một trong những thông số cơ bản đặc trưng cho mức độ ô nhiễm nước thải bởi các chất hữu cơ có thể bị oxy hóa sinh hóa (các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học). NOS được xác định bằng lượng oxy cần thiết để oxy hóa các chất hữu cơ dạng hòa tan, dạng keo và một phần dạng lơ lửng với sự tham gia của các vi sinh vật trong điều kiện hiếu khí, được tính bằng mgO_2/L hay đơn giản là mg/L .

Đối với nước thải sinh hoạt, thông thường $\text{NOS} = 68\% \text{NOH}$; còn đối với nước thải công nghiệp thì quan hệ giữa NOS và NOH rất khác nhau, tùy theo từng ngành công nghiệp cụ thể.

Nitơ

Nitơ có trong nước thải ở dạng các liên kết hữu cơ và vô cơ. Trong nước thải sinh hoạt, phần lớn các liên kết hữu cơ là các chất có nguồn gốc protit, thực phẩm dư thừa. Còn nitơ trong các liên kết vô cơ gồm các dạng khử NH_4^+ , NH_3 và dạng oxy hóa: NO_2^- và NO_3^- . Tuy nhiên trong nước thải chưa xử lý, về nguyên tắc thường không có NO_2^- và NO_3^- .

Chất hoạt động bề mặt

Các chất hoạt động bề mặt là những chất hữu cơ gồm 2 phần: kỵ nước và ưa nước tạo nên sự hòa tan của các chất đó trong dầu và trong nước. Nguồn tạo ra các chất hoạt động bề mặt là do việc sử dụng các chất tẩy rửa trong sinh hoạt và trong công nghiệp.

Sự có mặt của các chất hoạt động bề mặt trong nước thải có ảnh hưởng đến tất cả các giai đoạn xử lý. Các chất này làm cản trở quá trình lắng của các hạt lơ lửng, tạo nên hiện tượng sủi bọt trong các công trình xử lý, kiềm hãm các quá trình xử lý sinh học.

kim

Oxy hòa tan

Oxy hòa tan (DO) là một trong những chỉ tiêu quan trọng trong quá trình xử lý sinh học hiếu khí. Lượng oxy hòa tan trong nước thải ban đầu dẫn vào trạm xử lý thường bằng không hoặc rất nhỏ. Trong khi đó, trong các công trình xử lý sinh học hiếu khí thì lượng oxy hòa tan cần thiết không nhỏ hơn 2 mg/L.

Trong nước thải sau xử lý, lượng oxy hòa tan không được nhỏ hơn 4 mg/L đối với nguồn nước dùng để cấp nước (loại A) và không nhỏ hơn 6 mg/L đối với nguồn nước dùng để nuôi cá.

Kim loại nặng và các chất độc hại

Kim loại nặng trong nước thải có ảnh hưởng đáng kể đến các quá trình xử lý, nhất là xử lý sinh học. Các kim loại nặng độc hại gồm: niken, đồng, chì, coban, crôm, thủy ngân, cadmi. Ngoài ra, có một nguyên tố độc hại khác không phải kim loại nặng như: Xianua, stibi (Sb), Bo,... Kim loại nặng thường có trong nước thải của một số ngành công nghiệp hóa chất, xi mạ, dệt nhuộm và một số ngành công nghiệp khác. Trong nước thải chúng thường tồn tại dưới dạng cation và trong các liên kết với các chất hữu cơ và vô cơ.

Mỗi chỉ tiêu về chất lượng nước thải được giới thiệu ở trên không những có ý nghĩa riêng mà trong những trường hợp cụ thể chúng còn có liên quan với nhiều chỉ tiêu khác. Thông thường để đánh giá thành phần và tính chất của nước thải cần xét nghiệm đầy đủ các chỉ tiêu. Nhưng cũng có thể chỉ chọn lựa một số chỉ tiêu quan trọng nhất để xét nghiệm phục vụ cho đánh giá sơ bộ mức độ ô nhiễm của nước thải. Hai chỉ tiêu quan trọng nhất đối với nước thải đô thị đó là: chất rắn lơ lửng (SS) và nhu cầu oxy sinh hóa (NOS):

- Nước thải ô nhiễm nhẹ khi SS và NOS < 100 mg/L;
- Nước thải ô nhiễm trung bình khi SS và NOS = 100 ÷ 500 mg/L;
- Nước thải ô nhiễm nặng khi SS và NOS > 500 mg/L.

Lượng chất hữu cơ không khả năng oxy hóa sinh hóa có thể đánh giá bằng hiệu số: NOH – NOS, còn tỉ số NOS/NOH đặc trưng cho khả năng oxy hóa sinh hóa các chất hữu cơ trong nước thải. Đối với nước thải sinh hoạt NOS/NOH ≈ 0,68; còn đối với nước thải công nghiệp, tỉ lệ này dao động khá rộng nhưng thường thấp hơn so với nước thải sinh hoạt.

Khi tính đến nhu cầu chất dinh dưỡng (N, P) cho quá trình xử lý sinh học, tỉ lệ NOS : N : P cần phải duy trì ở mức 100 : 5 : 1.

1.5. BẢO VỆ NGUỒN NƯỚC MẶT KHỎI SỰ Ô NHIỄM DO NƯỚC THẢI

Nguồn nước mặt là sông hồ, kinh rạch, suối, biển... nơi tiếp nhận nước thải từ khu dân cư, đô thị, khu công nghiệp hay các xí nghiệp công nghiệp. Một số nguồn nước trong số đó là nguồn nước ngọt quý giá, sống còn của đất nước, nếu để bị ô nhiễm do nước thải, thì chúng ta phải trả giá rất đắt và hậu quả không lường hết. Vì vậy các nguồn nước cần phải được bảo vệ khỏi sự ô nhiễm do nước thải.

Ô nhiễm nguồn nước mặt chủ yếu là do tất cả các dạng nước thải chưa xử lý xả vào nguồn nước làm thay đổi các tính chất vật lý, hóa lý và sinh học của nguồn nước. Sự có mặt các chất độc hại trong nước thải xả vào nguồn nước sẽ làm phá vỡ cân bằng sinh học tự nhiên của nguồn nước và kìm hãm quá trình tự làm sạch của nguồn nước. Khả năng tự làm sạch của nguồn nước phụ thuộc vào các điều kiện xáo trộn và pha loãng của nước thải với nước nguồn (có thể tìm hiểu chi tiết hơn ở chương 3). Sự có mặt của các vi sinh vật, trong đó có các vi khuẩn gây bệnh, đe dọa tính an toàn vệ sinh nguồn nước.

Biện pháp được coi là có hiệu quả nhất để bảo vệ nguồn nước mặt là:

- Hạn chế số lượng nước thải xả vào nguồn nước;
- Giảm thiểu nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải bằng cách áp dụng các công nghệ xử lý phù hợp đảm bảo nước thải sau xử lý đạt tiêu chuẩn xả vào nguồn nước. Ngoài ra, việc nghiên cứu áp dụng các giải pháp tuần hoàn nước cũng như sử dụng lại nước thải trong chu trình kín có ý nghĩa đặc biệt quan trọng.

1.6. ĐIỀU KIỆN XẢ NƯỚC THẢI VÀO NGUỒN TIẾP NHẬN

Trong điều kiện Việt Nam, nguồn tiếp nhận nước thải sinh hoạt hay nước thải công nghiệp gồm chủ yếu là các nguồn nước mặt (sông, hồ, ao, suối, biển ven bờ...) và được phân chia thành 2 loại: nguồn loại A và nguồn loại B. Ngoài ra, nguồn tiếp nhận nước thải, nhất là nước thải công nghiệp, còn có thể là mạng lưới thoát nước đô thị.

Khi xả nước thải vào các nguồn nước mặt phải tuân theo các quy định ở phụ lục A “Nguyên tắc vệ sinh khi xả nước thải vào sông hồ” trong Tiêu chuẩn Xây dựng – Mạng lưới thoát nước bên ngoài và công trình TCXD-51-84 (có thể tham khảo ở Bảng 1-6 và 1-7).

BẢNG 1-6.

Yêu cầu về nồng độ cho phép của các chỉ tiêu khi xả nước thải vào sông, hồ

| Chỉ tiêu nước thải | Tính chất sông, hồ loại I sau khi xả nước thải vào | Tính chất sông, hồ loại II, sau khi xả nước thải vào |
|--|--|--|
| pH | Trong phạm vi | 6,5 ÷ 8,5 |
| Màu, mùi, vị | Không màu, mùi vị | |
| Hàm lượng chất lơ lửng | Cho phép tăng hàm lượng chất lơ lửng trong sông, hồ 0,75 ÷ 1,00 mg/L | 1,50 ÷ 2,000 mg/L |
| Hàm lượng chất hữu cơ | Nước thải sau khi hòa trộn với nước sông, hồ không được nâng hàm lượng chất hữu cơ lên quá: 5 mg/L | 7 mg/L |
| Lượng oxy hòa tan | Nước thải sau khi hòa trộn với nước sông, hồ không làm giảm lượng oxy hòa tan dưới 4 mg/L (tính theo lượng oxy trung bình trong ngày vào mùa hè). | |
| Nhu cầu oxy sinh hóa NOS, | Nước thải khi hòa trộn với nước sông, hồ không được vượt quá: 4 mg/L | 8 ÷ 10 mg/L |
| Vi trùng gây bệnh (nước thải sinh hoạt của đô thị, nước thải ở các bệnh viện, nhà máy da, nhà máy len, da, lò sát sinh...) | Cấm xả nước thải vào sông, hồ nếu nước thải chưa qua xử lý và khử trùng triệt để. | |
| Tạp chất nổi trên mặt nước. | Nước thải sau khi xả vào sông, hồ không được chứa dầu mỡ, bọt xà phòng và các chất nổi khác bao trên mặt nước từng mảng dầu lớn hoặc từng mảng bọt lớn. | |
| Chất độc hại | Cấm thải vào sông, hồ các loại nước thải còn chứa những chất độc kim loại hay hữu cơ, mà sau khi hòa trộn với nước sông, hồ gây độc hại trực tiếp hay gián tiếp tới người, động thực vật, thủy sinh trong nguồn nước và ở hai bên bờ. Nồng độ giới hạn cho phép của chất độc hại được quy định ở Bảng 1-7. | |

BẢNG 1-7.

Nồng độ giới hạn cho phép của các chất độc hại

| Tên các chất | Nồng độ giới hạn cho phép (mg/L) xả vào: | |
|-------------------------------|--|--------------------------|
| | Sông, hồ dùng cho sinh hoạt | Sông, hồ dùng để nuôi cá |
| 1. Chì (Pb) | 0,10 | 0,10 |
| 2. Thạch tín (As) | 0,05 | 0,05 |
| 3. Đồng (Cu) | 3,00 | 0,01 |
| 4. Kẽm (Zn) | 5,00 | 0,01 |
| 5. Kẽm (Ni) | 0,10 | 0,01 |
| 6. Crôm hóa trị 3 | 0,50 | 0,50 |
| 7. Crôm hóa trị 6 | 0,10 | 0,01 |
| 8. Cadmi (Cd) | 0,01 | 0,005 |
| 9. Xianua | 0,01 | 0,05 |
| 10. Manhê (Mg) | 30,00 | 50,00 |
| 11. Phenol | 0,001 | 0,001 |
| 12. Dầu mỡ và sản phẩm dầu mỏ | 0,1 ÷ 0,3 | 0,05 |

Ghi chú:

Nguồn loại A: Sông, hồ dùng làm nguồn nước cho ăn uống sinh hoạt của nhân dân nhưng phải qua xử lý;

Nguồn loại B: Sông, hồ dùng cho mục đích khác (dùng kể tắm giặt bơi lội, du lịch, nghỉ ngơi...).

Tiêu chuẩn chất lượng nước mặt (Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5942 – 1995) được giới thiệu ở Bảng 1-8.

Tiêu chuẩn chất lượng nước biển ven bờ được giới thiệu ở Bảng 1-9, quy định giới hạn các thông số và nồng độ cho phép của các chất ô nhiễm trong nước biển ven bờ đồng thời áp dụng để đánh giá chất lượng của chúng.

Tiêu chuẩn xả nước thải công nghiệp (TCVN 5945 – 1995) được giới thiệu ở Bảng 1-10, quy định giá trị giới hạn các thông số và nồng độ các chất trong nước thải của các cơ sở công nghiệp, đồng thời sử dụng để kiểm soát chất lượng nước thải công nghiệp khi xả vào nguồn nước.

BẢNG 1-8.

Giá trị giới hạn cho phép của các thông số và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước mặt (TCVN 5942 – 1995)

| STT | Thông số | Đơn vị đo | Giá trị giới hạn | |
|-----|---|-----------|------------------|---------|
| | | | A | B |
| 1 | pH | mg/L | 6 ÷ 8,5 | 5,5 ÷ 9 |
| 2 | BOD ₅ (20°C) | mg/L | < 4 | < 25 |
| 3 | COD | mg/L | < 10 | < 35 |
| 4 | Oxy hòa tan | mg/L | ≥ 6 | ≥ 2 |
| 5 | Chất rắn lơ lửng | mg/L | 20 | 80 |
| 6 | Asen | mg/L | 0,05 | 0,1 |
| 7 | Bari | mg/L | 1 | 4 |
| 8 | Cadmi | mg/L | 0,01 | 0,02 |
| 9 | Chì | mg/L | 0,05 | 0,1 |
| 10 | Crom (VI) | mg/L | 0,05 | 0,05 |
| 11 | Crom (III) | mg/L | 0,1 | 1 |
| 12 | Đồng | mg/L | 0,1 | 1 |
| 13 | Kẽm | mg/L | 1 | 2 |
| 14 | Mangan | mg/L | 0,1 | 0,8 |
| 15 | Niken | mg/L | 0,1 | 1 |
| 16 | Sắt | mg/L | 1 | 2 |
| 17 | Thủy ngân | mg/L | 0,001 | 0,002 |
| 18 | Thiếc | mg/L | 1 | 2 |
| 19 | Amoniac (tính theo N) | mg/L | 0,005 | 1 |
| 20 | Florua | mg/L | 1 | 1,5 |
| 21 | Nitrat (tính theo N) | mg/L | 10 | 15 |
| 22 | Nitrit (tính theo N) | mg/L | 0,01 | 0,05 |
| 23 | Xianua | mg/L | 0,01 | 0,05 |
| 24 | Phenola (tổng số) | mg/L | 0,001 | 0,02 |
| 25 | Dầu, mỡ | mg/L | không | 0,3 |
| 26 | Chất tẩy rửa | mg/L | 0,5 | 0,5 |
| 27 | Coliform | MPN/100mL | 5000 | 10000 |
| 28 | Tổng hóa chất bảo vệ thực vật (trừ DDT) | mg/L | 0,15 | 0,15 |
| 29 | DDT | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| 30 | Tổng hoạt độ phóng xạ α | mg/L | 0,1 | 0,1 |
| 31 | Tổng hoạt độ phóng xạ β | mg/L | 1,0 | 1,0 |

BẢNG 1-9.

Tiêu chuẩn chất lượng nước biển ven bờ (TCVN 5943 – 1995)

| TT | Thông số | Đơn vị | Giá trị giới hạn | | |
|----|-------------------------------|-----------|------------------|---------------|--------------|
| | | | Bãi tắm | Nuôi thủy sản | Các nơi khác |
| 1 | Nhiệt độ | °C | 30 | - | - |
| 2 | Mùi | - | không khó chịu | - | - |
| 3 | pH | - | 6,5 ÷ 8,5 | 6,5 ÷ 8,5 | 6,5 ÷ 8,5 |
| 4 | Oxy hòa tan (DO) | mg/L | ≥ 4 | ≥ 5 | ≥ 4 |
| 5 | BOD ₅ (20°C) | mg/L | < 20 | < 10 | < 20 |
| 6 | Chất rắn lơ lửng | mg/L | 25 | 50 | 200 |
| 7 | Asen | mg/L | 0,05 | 0,01 | 0,05 |
| 8 | Amoniac (tính theo N) | mg/L | 0,1 | 0,5 | 0,5 |
| 9 | Cadmi | mg/L | 0,005 | 0,005 | 0,01 |
| 10 | Chì | mg/L | 0,1 | 0,05 | 0,1 |
| 11 | Crom (VI) | mg/L | 0,005 | 0,05 | 0,05 |
| 12 | Crom (III) | mg/L | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| 13 | Clo | mg/L | - | 0,01 | - |
| 14 | Đồng | mg/L | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| 15 | Florua | mg/L | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 16 | Kẽm | mg/L | 0,1 | 0,01 | 0,1 |
| 17 | Mangan | mg/L | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 18 | Sắt | mg/L | 0,1 | 0,1 | 0,3 |
| 19 | Thủy ngân | mg/L | 0,005 | 0,005 | 0,01 |
| 20 | Sulfua | mg/L | 0,01 | 0,005 | 0,01 |
| 21 | Xianua | mg/L | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 22 | Phenol tổng số | mg/L | 0,001 | 0,001 | 0,002 |
| 23 | Váng dầu mỡ | mg/L | không | không | 0,3 |
| 24 | Nhũ dầu mỡ | mg/L | 2 | 1 | 5 |
| 25 | Tổng hóa chất bảo vệ thực vật | mg/L | 0,05 | 0,01 | 0,05 |
| 26 | Coliform | MPN/100ml | 1000 | 1000 | 1000 |

BẢNG 1-10.

Nước thải công nghiệp – Giá trị giới hạn các thông số và nồng độ chất ô nhiễm (TCVN 5945 – 1995)

| TT | Thông số | Đơn vị | Giá trị giới hạn | | |
|----|-------------------------|-----------|------------------|---------|-------|
| | | | A | B | C |
| 1 | Nhiệt độ | °C | 40 | 40 | 45 |
| 2 | pH | - | 6 ÷ 9 | 5,5 ÷ 9 | 5 ÷ 9 |
| 3 | BOD ₅ (20°C) | mg/L | 20 | 50 | 100 |
| 4 | COD | mg/L | 50 | 100 | 400 |
| 5 | Chất rắn lơ lửng | mg/L | 50 | 100 | 200 |
| 6 | Asen | mg/L | 0,05 | 0,1 | 0,5 |
| 7 | Cadmi | mg/L | 0,01 | 0,02 | 0,5 |
| 8 | Chì mg/L | mg/L | 0,1 | 0,5 | 1 |
| 9 | Clo dư | mg/L | 1 | 2 | 2 |
| 10 | Crom (VI) | mg/L | 0,05 | 0,1 | 0,5 |
| 11 | Crom (III) | mg/L | 0,2 | 1 | 2 |
| 12 | Dầu mỡ khoáng | mg/L | KPHĐ | 1 | 5 |
| 13 | Dầu động thực vật | mg/L | 5 | 10 | 30 |
| 14 | Đồng | mg/L | 0,2 | 1 | 5 |
| 15 | Kẽm | mg/L | 1 | 2 | 5 |
| 16 | Mangan | mg/L | 0,2 | 1 | 5 |
| 17 | Niken | mg/L | 0,2 | 1 | 2 |
| 18 | Photpho hữu cơ | mg/L | 0,2 | 0,5 | 1 |
| 19 | Photpho tổng số | mg/L | 4 | 6 | 8 |
| 20 | Sắt | mg/L | 1 | 5 | 10 |
| 21 | Tetracloetylen | mg/L | 0,02 | 0,1 | 0,1 |
| 22 | Thiếc | mg/L | 0,2 | 1 | 5 |
| 23 | Thủy ngân | mg/L | 0,005 | 0,005 | 0,01 |
| 24 | Tổng nitơ | mg/L | 30 | 60 | 60 |
| 25 | Tricloetylen | mg/L | 0,005 | 0,3 | 0,3 |
| 26 | Amoniác (tính theo N) | mg/L | 0,1 | 1 | 10 |
| 27 | Florua | mg/L | 1 | 2 | 5 |
| 28 | Phenol | mg/L | 0,001 | 0,05 | 1 |
| 29 | Sulfua | mg/L | 0,2 | 0,5 | 1 |
| 30 | Xianua | mg/L | 0,05 | 0,1 | 0,2 |
| 31 | Coliform | MPN/100ml | 5000 | 1000 | - |
| 32 | Tổng hoạt độ phóng xạ α | Bq/l | 0,1 | 0,1 | - |
| 33 | Tổng hoạt độ phóng xạ β | Bq/l | 1,0 | 1,0 | - |

Ghi chú: KPHĐ – Không phát hiện được

1.7. TỔNG QUAN CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI VÀ XỬ LÝ CẶN

Để xử lý nước thải thường ứng dụng các phương pháp xử lý như sau: xử lý cơ học (vật lý), hóa học, hóa – lý và sinh học.

Ngoài ra, nếu việc xả nước thải vào nguồn nước với yêu cầu xử lý ở mức độ cao thì trong trường hợp này, tiến hành bước xử lý bổ sung sau khi đã xử lý sinh học.

Trong quá trình xử lý nước thải ở các công trình xử lý khác nhau có tạo ra một lượng lớn các loại cặn: rác ở song chắn rác, cát ở bể lắng cát, cặn tươi ở bể lắng đợt 1, bùn hoạt tính dư (hoặc màng vi sinh vật) ở bể lắng đợt 2, cặn ở bể tiếp xúc... Các loại này cần phải được xử lý hợp lý để không gây ảnh hưởng xấu đến môi trường.

1.7.1. Xử lý nước thải bằng phương pháp cơ học

Xử lý cơ học là nhằm loại bỏ các tạp chất không hòa tan chứa trong nước thải và được thực hiện ở các công trình xử lý: song chắn rác, bể lắng cát, bể lắng, bể lọc các loại.

Song chắn rác, lưới chắn rác làm nhiệm vụ giữ lại các tạp chất thô (chủ yếu là rác) có trong nước thải.

Bể lắng cát được thiết kế trong công nghệ xử lý nước thải nhằm để loại bỏ các tạp chất vô cơ chủ yếu là cát chứa trong nước thải.

Bể lắng làm nhiệm vụ giữ lại các tạp chất lắng và các tạp chất nổi chứa trong nước thải. Để xử lý nước thải của một vài dạng công nghiệp, sử dụng một số công trình đặc biệt như: bể vớt mỡ, bể vớt dầu, bể vớt nhựa... và để loại bỏ các tạp chất nhỏ không hòa tan chứa trong nước thải công nghiệp cũng như khi cần xử lý ở mức độ cao (xử lý bổ sung) có thể ứng dụng các bể lọc, lọc cát...

Giai đoạn xử lý cơ học nước thải công nghiệp thông thường có bể hòa để điều hòa về lưu lượng và nồng độ bẩn của nước thải.

Về nguyên tắc, xử lý cơ học là giai đoạn xử lý sơ bộ trước khi xử lý tiếp theo.

1.7.2. Xử lý nước thải bằng phương pháp hóa học và hóa - lý

Phương pháp hóa học và hóa - lý chủ yếu được ứng dụng để xử lý nước thải công nghiệp.

Các phương pháp xử lý hóa học và hóa - lý gồm: trung hòa - kết tủa cặn, oxy hóa khử, keo tụ bằng phèn nhôm, phèn sắt, tuyển nổi, hấp phụ, v.v...

1.7.3. Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học

Cơ sở của phương pháp xử lý sinh học nước thải là dựa vào khả năng oxy hóa các liên kết hữu cơ dạng hòa tan và không hòa tan của vi sinh vật - chúng sử dụng các liên kết đó như là nguồn thức ăn của chúng.

Các công trình xử lý sinh học trong điều kiện tự nhiên gồm có:

- Hồ sinh vật;
- Hệ thống xử lý bằng thực vật nước (lục bình, lau, sậy, rong-tảo,...);
- Cánh đồng tưới;
- Cánh đồng lọc;
- Đất ngập nước.

Các công trình xử lý sinh học trong điều kiện nhân tạo gồm có:

- Bể lọc sinh học các loại;
- Quá trình bùn hoạt tính (aroten);
- Lọc sinh học tiếp xúc dạng trống quay (RBC);
- Hồ sinh học thổi khí;
- Mương oxy hóa,...

1.7.4. Xử lý nước thải mức độ cao (xử lý bổ sung)

Xử lý nước thải ở mức độ cao được ứng dụng trong các trường hợp yêu cầu giảm thấp nồng độ chất bẩn (theo chất lơ lửng, NOS, NOH, nitơ, photpho và các chất khác...) sau khi đã xử lý sinh học trước khi xả vào nguồn nước. Cần lưu ý rằng, nước thải sau xử lý ở mức độ cao có thể sử dụng lại trong các quá trình công nghệ của nhà máy và do đó giảm được lượng nước thải xả vào nguồn, giảm nhu cầu sử dụng nước cho sản xuất.

- Để loại bỏ ở mức độ cao các chất lơ lửng, thường ứng dụng các bể lọc cấu trúc khác nhau, tuyển nổi áp lực hay tuyển nổi khí hòa tan;
- Để loại bỏ các tạp chất khó oxy hóa có thể sử dụng phương pháp keo tụ và hấp phụ;
- Khử nitơ và photpho trong nước thải được tiến hành trong những trường hợp khi xả nước thải vào nguồn nước có khả năng gây ra hiện tượng phú dưỡng. Sự phú dưỡng hóa nguồn nước là một vấn đề đặc biệt quan trọng đối với nguồn nước sử dụng cho ăn uống sinh hoạt: chúng tạo điều kiện thuận lợi cho các loại tảo độc (tảo lục, tảo lam) phát triển gây nguy hiểm cho con người và động vật;
- Để loại bỏ nitơ dạng NO_2^- , NO_3^- và các muối amonia trong nước thải sau khi xử lý sinh học, thường sử dụng các phương pháp hóa - lý (trao đổi ion, hấp phụ bằng than hoạt tính sau khi thực hiện clorua hóa sơ bộ, thẩm thấu ngược...) hoặc phương pháp sinh học (quá trình nitrat hóa và khử nitrat);
- Để loại các liên kết photpho ra khỏi nước thải, thường áp dụng phương pháp hóa học (dùng vôi, sunfat nhôm, sunfat sắt).

1.7.5. Khử trùng nước thải

Khử trùng nước thải là giai đoạn cuối cùng của công nghệ xử lý nước thải nhằm loại bỏ vi trùng và rirus gây bệnh chứa trong nước thải trước khi xả nguồn nước.

Để khử trùng nước thải có thể dùng clo và các hợp chất chứa clo. Có thể tiến hành khử trùng bằng ozôn, tia hồng ngoại, ion bạc... nhưng cần phải cân nhắc kỹ về mặt kinh tế.

1.7.6. Xử lý cặn của nước thải

Nhiệm vụ của xử lý cặn (cặn được tạo nên trong quá trình xử lý nước thải) là:

- Làm giảm thể tích và độ ẩm của cặn;
- Ổn định cặn;
- Khử trùng và sử dụng lại cặn cho các mục đích khác nhau.

Rác (gồm các tạp chất không tan kích thước lớn: cặn bã thực vật, giấy, giẻ lau...) được giữ lại ở song chắn rác có thể chở đến bãi rác (nếu lượng rác không lớn) hay nghiền rác và sau đó dẫn đến bể metan để tiếp tục xử lý.

Cát từ các bể lắng được dẫn đến sân phơi cát để làm ráo nước và chở đi sử dụng vào mục đích khác.

Cặn tươi từ bể lắng cát đợt I được dẫn đến bể metan để xử lý.

Một phần bùn hoạt tính (vi sinh vật lơ lửng) từ bể lắng đợt II được dẫn trở lại aeroten để tiếp tục tham gia quá trình xử lý (gọi là bùn hoạt tính tuần hoàn), phần còn lại (gọi là bùn hoạt tính dư) được dẫn đến bể nén bùn để làm giảm độ ẩm và thể tích, sau đó được dẫn vào bể metan để tiếp tục xử lý.

Đối với các trạm xử lý sử dụng bể biophin với quá trình vi sinh vật dính bám, bùn lắng từ bể lắng đợt II được gọi là màng vi sinh vật và được dẫn trực tiếp đến bể metan.

Cặn ra khỏi bể metan thường có độ ẩm cao (96 ÷ 97%). Để giảm thể tích cặn và làm ráo nước có thể ứng dụng các công trình xử lý trong điều kiện tự nhiên như: sân phơi bùn, hồ chứa bùn, hoặc trong điều kiện nhân tạo: thiết bị lọc chân không, thiết bị lọc ép dây đai, thiết bị li tâm cặn...). Độ ẩm của cặn sau xử lý đạt 55 ÷ 75%.

Để tiếp tục làm giảm thể tích cặn có thể thực hiện sấy bằng nhiệt với nhiều dạng khác nhau: Thiết bị sấy dạng trống, dạng khí nén, băng tải,... Sau khi sấy, độ ẩm còn 25 ÷ 30% và cặn ở dạng hạt dễ dàng vận chuyển.

Đối với các trạm xử lý nước thải công suất nhỏ, việc xử lý cặn có thể tiến hành đơn giản hơn: nén và sau đó làm ráo nước ở sân phơi cặn trên nền cát.

Hiệu suất xử lý của các phương pháp xử lý nước thải khác nhau có thể tham khảo ở Bảng 1-11.

BẢNG 1-11.

Hiệu suất xử lý của các phương pháp xử lý nước thải khác nhau

| Phương pháp xử lý | Mục đích | Hiệu suất xử lý |
|---|--|-----------------|
| Xử lý cơ học | Khử chất lơ lửng | 0,75 ÷ 0,90 |
| | Khử NOS ₅ | 0,20 ÷ 0,35 |
| | Khử Nitơ | 0,10 ÷ 0,25 |
| Xử lý sinh học | Khử NOS ₅ | 0,70 ÷ 0,95 |
| | Khử Nitơ | 0,10 ÷ 0,25 |
| Kết tủa hóa học Al(SO ₄) ₃ hoặc FeCl ₃ | Khử photpho | 0,65 ÷ 0,95 |
| | Khử kim loại nặng | 0,40 ÷ 0,80 |
| | Khử NOS ₅ | 0,50 ÷ 0,65 |
| Lọc nhỏ giọt Amoniac | Khử nitơ | 0,10 ÷ 0,60 |
| | Khử amoniac | 0,70 ÷ 0,95 |
| Nitrat hóa | Amoniac bị oxy hóa thành nitrat | 0,80 ÷ 0,95 |
| Hấp thụ bằng than hoạt tính | Khử NOH (COD) | 0,40 ÷ 0,95 |
| | Khử NOS ₅ | 0,40 ÷ 0,70 |
| Trao đổi ion | Khử NOS ₅ | 0,20 ÷ 0,40 |
| | Khử photpho | 0,80 ÷ 0,95 |
| | Khử nitơ | 0,80 ÷ 0,95 |
| | Khử kim loại nặng | 0,90 ÷ 0,95 |
| Oxy hóa hóa học (Cl ₂) | Oxy hóa các chất độc hại: CN, N ₂ | 0,50 ÷ 0,98 |

Nguồn: cơ quan bảo vệ môi trường Hoa kỳ (EPA), 1988.

Chương 2

MÔ HÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

2.1. GIỚI THIỆU

Giai đoạn nghiên cứu thực nghiệm các quá trình và phương pháp xử lý nước thải trên các mô hình là giai đoạn hết sức quan trọng nhằm xây dựng cơ sở khoa học để xác định các thông số tính toán thiết kế cho các quá trình xử lý cơ học (lắng, lọc,...), quá trình xử lý hóa - lý (keo tụ, tạo bông, trao đổi ion, hấp phụ, tuyển nổi,...), quá trình xử lý hóa học (trung hòa - kết tủa, oxy hóa khử, khử trùng,...), quá trình xử lý sinh học (bùn hoạt tính, vi sinh vật bám dính,...). Từ các số liệu thực nghiệm có thể thiết lập sơ đồ công nghệ hợp lý để xử lý nước thải.

Các quá trình cơ bản trong xử lý nước thải được trình bày dưới đây bao gồm:

- Quá trình lắng;
- Quá trình tuyển nổi;
- Quá trình keo tụ và tạo bông;
- Quá trình bùn hoạt tính lơ lửng;
- Quá trình sinh học dính bám;
- Quá trình kị khí;
- Quá trình khử nước trong sân phơi bùn.

2.2. QUÁ TRÌNH LẮNG

Quá trình lắng là quá trình tách chất lơ lửng ra khỏi nước dưới tác dụng của trọng lực lên hạt lơ lửng có tỉ trọng nặng hơn tỉ trọng nước.

Quá trình lắng được ứng dụng trong:

- Lắng cát (cặn dễ tách nước nói chung như cát, mảnh kim loại, thủy tinh, hạt trái cây, mảnh xương...);
- Loại bỏ cặn hữu cơ trong bể lắng đợt I;
- Loại bỏ cặn sinh học (bùn hoạt tính, màng vi sinh vật) ở bể lắng II;
- Loại bỏ các bông cặn hóa học trong quá trình keo tụ - tạo bông;
- Nén bùn trọng lực nhằm giảm độ ẩm bùn trong công đoạn xử lý bùn.

Dựa vào hàm lượng và khả năng tương tác giữa các hạt, có thể phân ra làm 4 dạng lắng: lắng hạt rời rạc, lắng kết bông, lắng cản trở và lắng nén.

Thông thường có nhiều hơn một dạng lắng xảy ra ở cùng một thời điểm đang nghiên cứu và cũng có thể có tất cả 4 dạng lắng xảy ra đồng thời. Bảng 2-1 mô tả các loại dạng lắng và giới thiệu các ứng dụng trong thực tế.

Đối với trường hợp lắng các hạt rời rạc (loại 1), vận tốc lắng của hạt có thể xác định theo định luật Stoke:

$$V_c = \frac{g(\rho_s - \rho)d^2}{18\mu} \quad (2-1)$$

- Trong đó: ρ_s = Tỉ trọng hạt;
 ρ = Tỉ trọng dung dịch;
 g = Gia tốc trọng trường;
 d = Đường kính hạt;
 μ = Hệ số nhớt động học;
 V_c = Vận tốc cuối của hạt.

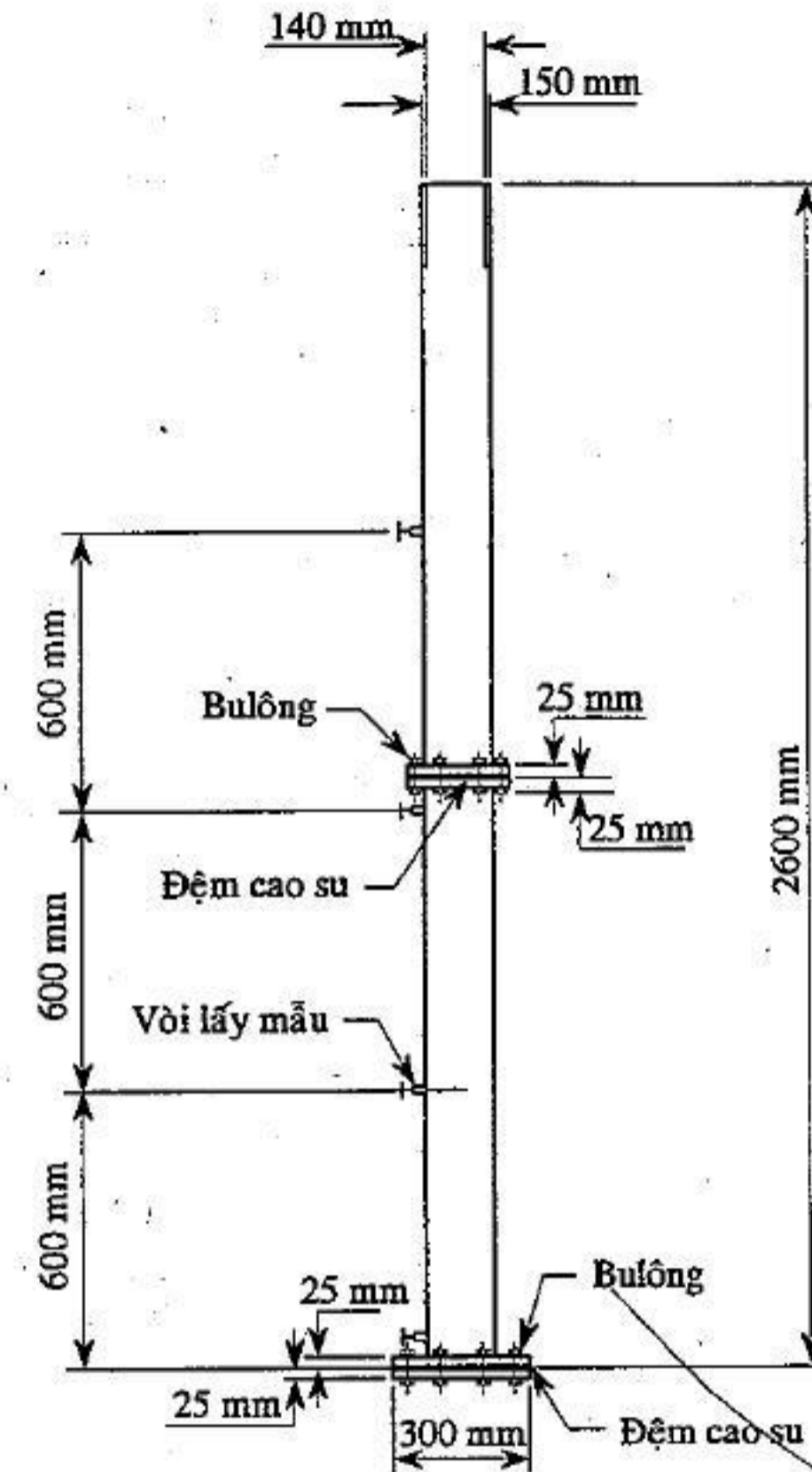
Đối với dạng lắng bông cặn (loại 2), để xác định các thông số tính toán hoặc đặc tính lắng, cần tiến hành thí nghiệm trên cột lắng có đường kính trong tối thiểu lớn hơn 0,15m, và chiều cao cột nước tối thiểu 1,8m. Dọc theo cột lắng có bố trí các vòi lấy mẫu cách nhau 0,6m. Mô hình cột lắng được thể hiện ở Hình 2-1.

BẢNG 2-1.

Các dạng lắng và các ứng dụng trong thực tế

| Dạng lắng | Mô tả | Ứng dụng |
|----------------------|---|--|
| Hạt rời rạc (loại 1) | Dạng lắng các hạt rời rạc thường xảy ra trong nước thải có hàm lượng SS thấp. Các hạt lắng như một thực thể rời rạc và không có sự tương tác giữa các hạt xung quanh. | Loại bỏ cát, mảnh kim loại, vỏ trứng, mảnh xương, hạt trái cây,.... |
| Bông cặn (loại 2) | Dạng lắng bông cặn thường xảy ra trong nước thải có hàm lượng hạt lơ lửng tương đối thấp. Các hạt này có khả năng keo tụ và tạo bông trong quá trình lắng, vì vậy kích thước và khối lượng hạt lớn dần, hạt lắng với tốc độ nhanh hơn. | Loại bỏ cặn lơ lửng trong nước thải ở bể lắng đợt I và phần trên bể lắng đợt II; loại bỏ các bông cặn hình thành từ các quá trình hóa học trong bể lắng. |
| Cản trở (loại 3) | Dạng lắng cản trở xảy ra trong nước thải có hàm lượng chất lơ lửng trung bình và cao, trong đó lực liên kết giữa các hạt đủ lớn để cản trở quá trình lắng của các hạt lân cận. Các hạt có khuynh hướng giữ vị trí cố định so với các hạt khác và khi đó khối hạt lắng xuống như một vật thể. Giao tuyến lớp hạt và lớp nước trong bên trên hình thành rõ rệt. | Xảy ra trong lắng II (lắng bùn hoạt tính, màng sinh học) |
| Nén (Loại 4) | Dạng lắng nén xảy ra trong dung dịch có hàm lượng chất lơ lửng cao, trong đó các hạt tạo thành một cấu trúc. Cấu trúc này bị nén do các hạt lắng xuống từ lớp nước phía trên. | Thường xảy ra ở lớp bùn bên dưới (như ở đáy bể lắng II và bể nén bùn) |

Nước thải cho vào cột mô hình và khuấy nhẹ bằng khí nén trong vòng vài phút để tạo sự phân bố đều hàm lượng cặn lơ lửng trong toàn bộ cột. Nhiệt độ nên giữ ổn định trong suốt thời gian thí nghiệm để khử đi dòng đối lưu. Lấy mẫu ở các vòi dọc theo chiều cao cột ứng với các khoảng thời gian khác nhau và phân tích hàm lượng cặn lơ lửng. Thời gian thí nghiệm nên kéo dài tối thiểu trong 2 giờ.



HÌNH 2-1.

Mô hình cột lắng.

Hiệu quả lắng được tính bằng phần trăm khử cặn lơ lửng theo công thức (2-2).

$$R = \left(1 - \frac{C_t}{C_0}\right) \times 100 \quad (2-2)$$

Trong đó: R = Hiệu quả lắng ứng với chiều cao h, và thời gian t, %;
 C_t = Hàm lượng chất lơ lửng ở thời gian t, và chiều cao h, mg/L;
 C₀ = Hàm lượng chất lơ lửng ban đầu, mg/L.

Xác định hiệu quả lắng ở các chiều cao lấy mẫu và các khoảng thời gian khác nhau. Sau đó, vẽ biểu đồ hiệu quả lắng theo chiều cao và thời gian tương ứng (Hình 2-2). Số khoanh tròn là phần trăm tính toán. Từ các phần trăm đó, nội suy các đường cong đẳng lượng (có cùng hiệu quả) tương ứng với các hiệu quả lắng 20%, 30%, 40%, 50%,... Mỗi giao điểm của đường đẳng lượng và đáy cột (trục x) chính là tải trọng bề mặt hoặc tốc độ chảy tràn v_c .

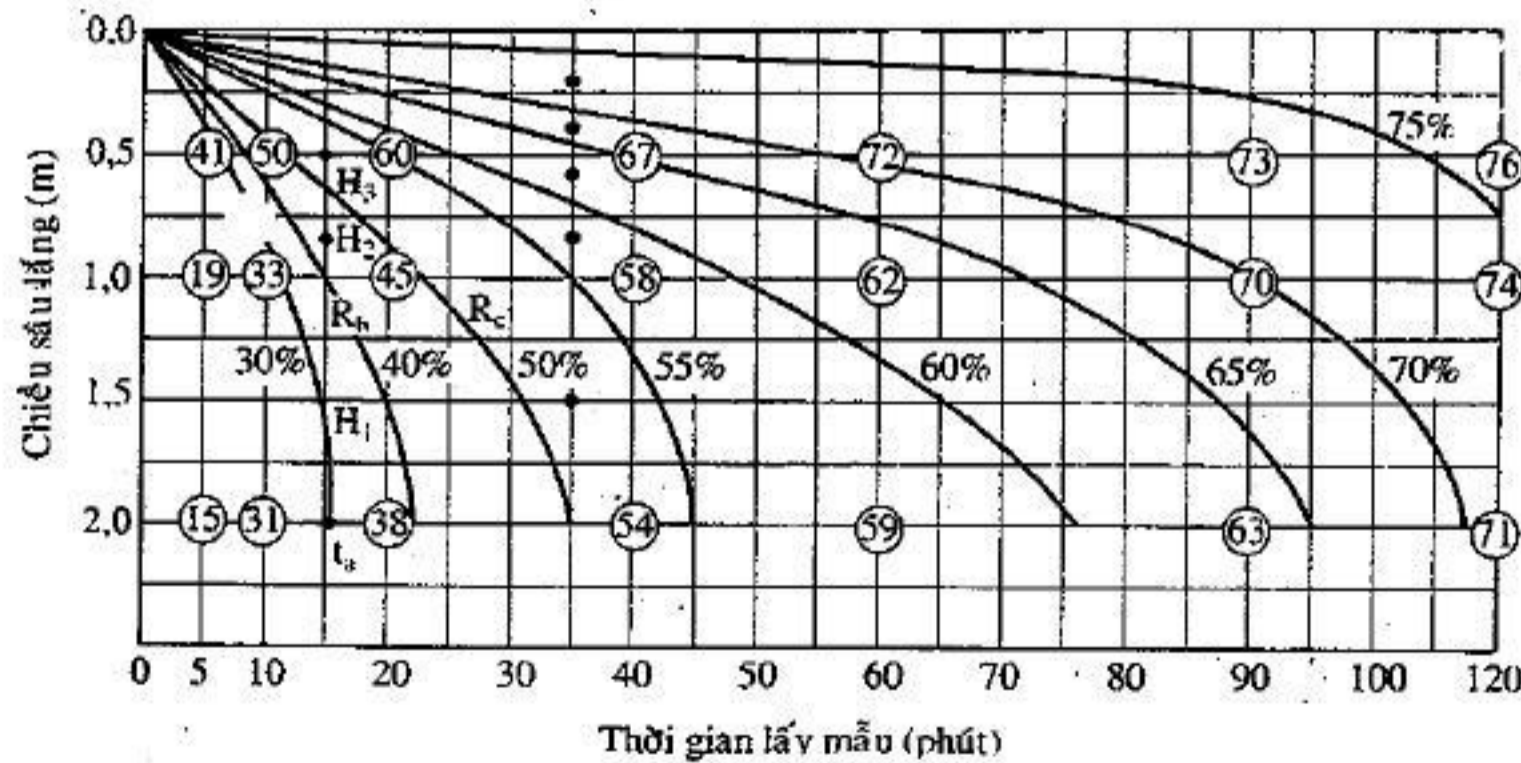
$$v_c = \frac{H}{t_i} \tag{2-3}$$

Trong đó: H = Chiều cao cột mô hình, m;
 t_i = Thời gian tìm được từ giao điểm của đường đẳng lượng thứ i với đáy cột (trục x), ngày.

Vẽ các đường thẳng đứng $x = t_i$ cắt các đường đẳng lượng. Trung điểm đoạn thẳng hình thành từ hai giao điểm của hai đường đẳng lượng kế nhau với đường thẳng $x = t_i$ là H_i . Tổng hiệu quả lắng xác định như sau:

$$R_{T_a} = R_a + \frac{H_1}{H} (R_b - R_a) + \frac{H_2}{H} (R_c - R_b) + \dots \tag{2-4}$$

Trong đó: R_{T_a} = Hiệu quả lắng tổng cộng ở thời gian lắng t_a , %;
 R_a, R_b, R_c = Hiệu quả lắng của đường đẳng lượng a, b, c, %.



HÌNH 2-2.
 Tính toán tải trọng bề mặt cho mỗi giao điểm.

Từ các dãy số liệu tải trọng bề mặt và hiệu quả lắng, vẽ đường cong hiệu quả lắng theo thời gian lưu nước và đường cong hiệu quả theo tải trọng bề mặt.

Do số liệu thu được chỉ thể hiện điều kiện lắng lý tưởng, vì vậy khi đưa ra các thông số thiết kế thực tế phải tính đến ảnh hưởng của dòng chảy rối, vùng nước chết hoặc phân bố dòng vào, thu nước dòng ra không đều. Theo kinh nghiệm, tốc độ chảy tràn (tải trọng bề mặt) nên giảm đi 1,25 ÷ 1,75 lần và thời gian lưu nước tăng 1,5 ÷ 2,0 lần.

$$V_c = \frac{1}{k_v} \times V_c' \tag{2-5}$$

$$t = k_t \times t' \tag{2-6}$$

Trong đó: V_c = Tải trọng bề mặt thiết kế;
 V_c' = Tải trọng bề mặt xác định trong thí nghiệm;
 k_v = Hệ số lấy bằng 1,25 ÷ 1,75;
 t = Thời gian lưu nước thiết kế;
 t' = Thời gian lưu nước xác định trong thí nghiệm;
 k_t = Hệ số lấy bằng 1,5 ÷ 2,0.

Ví dụ 2-1. Thiết kế bể lắng đợt I đạt hiệu quả lắng 65% cho hệ thống xử lý nước thải của một xí nghiệp có lưu lượng 30 m³/h. Kết quả thí nghiệm trên cột lắng có chiều cao H=2m thể hiện trong Bảng 2-2.

BẢNG 2-2.
 Kết quả thí nghiệm lắng bông cặn

| Chiều cao, m | Thời gian lấy mẫu, phút | | | | | | |
|--------------|-------------------------|----|----|----|----|----|-----|
| | 5 | 10 | 20 | 40 | 60 | 90 | 120 |
| 0,5 | 41 | 50 | 60 | 67 | 72 | 73 | 76 |
| 1,0 | 19 | 33 | 45 | 58 | 62 | 70 | 74 |
| 2,0 | 15 | 31 | 38 | 54 | 59 | 63 | 71 |

Giải. Trước tiên từ các số liệu thực nghiệm, vẽ các đường cong đẳng lượng theo chiều cao h_i và thời gian lấy mẫu (Hình 2-2). Tính toán tải trọng bề mặt cho mỗi giao điểm. Thí dụ tính cho đường đẳng lượng 50%:

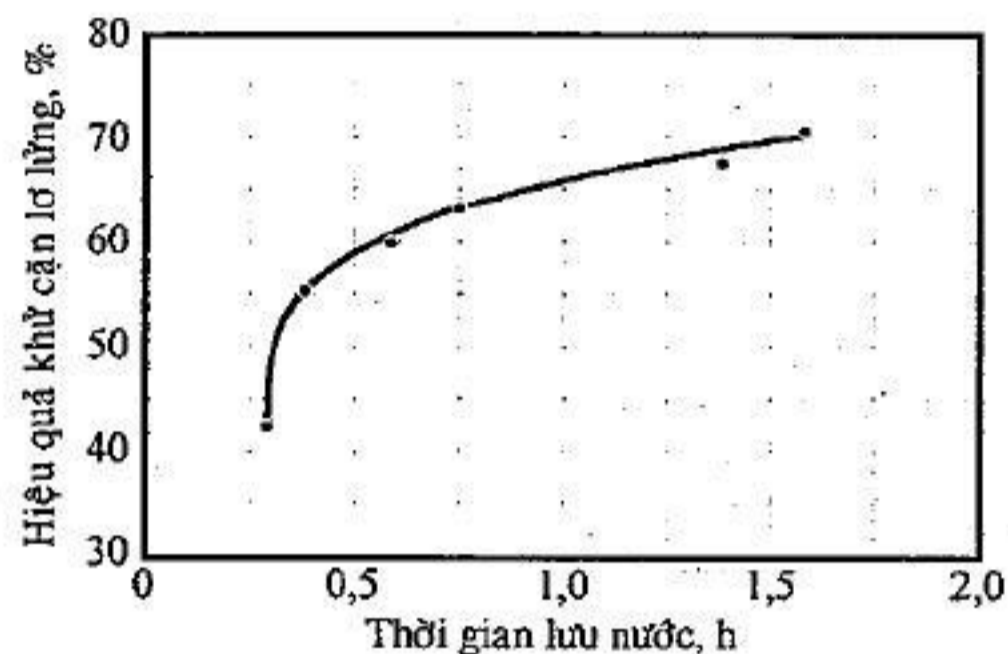
$$v_c = \frac{2 \text{ m}}{35 \text{ phút}} \times 1440 \text{ phút/ngày} = 83,2 \text{ m/ngày}$$

Hiệu quả lắng tương ứng với tải trọng trên:

$$R_{T150} = 50 \frac{1,5}{2,0} (55 - 50) + \frac{0,85}{2,0} (60 - 65) + \frac{0,6}{2,0} (60 - 65) + \frac{0,4}{2,0} (70 - 65) + \frac{0,2}{2,0} (70 - 75)$$

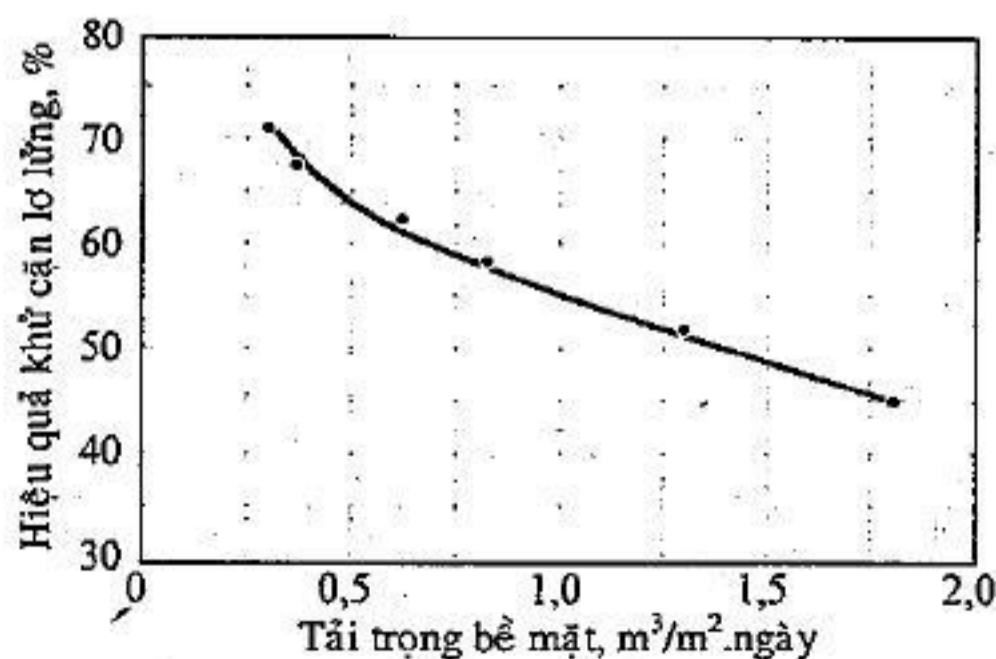
$$R_{15} = 58,9\%$$

Thời gian lắng tương ứng với hiệu quả 50% chính là giao điểm của đường đẳng lượng 50% với trục x, $t_{50} = 35$ phút. Tính toán tương tự cho các đường đẳng lượng 30, 40, 50, 55 và 60%. Dựa vào các số liệu tính toán, dựng biểu đồ hiệu quả lắng theo thời gian lưu nước và tải trọng bề mặt (Hình 2-3 và Hình 2-4).



HÌNH 2-3.

Biểu đồ hiệu quả khử cặn lơ lửng theo thời gian lưu nước.



HÌNH 2-4.

Biểu đồ hiệu quả khử cặn lơ lửng theo tải trọng bề mặt.

Từ các biểu đồ ở Hình 2-3 và Hình 2-4, với hiệu quả lắng yêu cầu 60%, xác định được thời gian lưu nước: $t = 54$ phút và tải trọng bề mặt: $V_c = 50 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{ ngày}$.

Khi tính đến hệ số qui mô, thời gian lưu nước thiết kế là:

$$t = 1,75 \times 54 \text{ phút} = 95 \text{ phút}$$

Tải trọng bề mặt thiết kế:

$$V_c = \frac{1}{1,5} \times 50 \text{ m}^3/\text{ngày} = 33,3 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Đối với lắng cản trở hoặc vùng nén (loại 3 và 4), cột lắng có kích thước như mô tả ở trên có thể sử dụng trong thí nghiệm xác định diện tích cần thiết cho bể lắng hoặc bể nén bùn trọng lực. Hiện nay có hai phương pháp thí nghiệm thường được sử dụng: *lắng tĩnh* và *dòng chất rắn*.

2.2.1. Phương pháp lắng tĩnh

Talmadge và Fitch đã đưa ra phương pháp lắng tĩnh xác định diện tích cần thiết cho quá trình nén bùn ở bể lắng đợt II.

Mô hình có thể sử dụng cột lắng (như mô tả ở trên) hoặc thường sử dụng ống đong 1 lít (1000 mL - Cylinder) có trang bị cánh khuấy quay với tốc độ chậm (4 ÷ 6 vòng/giờ) nhằm mô phỏng tương tự hệ thống thanh gạt bùn trong bể lắng hoặc bể nén bùn. Đầu tiên cho dung dịch có hàm lượng cặn lơ lửng C_0 phân bố đều trong toàn bộ chiều cao ống đong H_0 . Vị trí mặt bùn hạ dần theo thời gian thể hiện trong Hình 2-5. Vận tốc đi xuống của mặt bùn ở thời điểm nào đó chính là độ dốc của đường cong tại thời điểm đó. Dựa vào đường cong lắng, diện tích bể lắng được xác định theo các bước sau:

1. Xác định độ dốc vùng lắng cản trở V_c . Đây chính là vận tốc lắng ở vùng lắng;
2. Kéo dài tiếp tuyến vùng lắng và vùng nén, phân giác của góc hình thành từ hai đường tiếp tuyến giao đường cong tại điểm 1;
3. Vẽ tiếp tuyến đường cong tại điểm 1;

4. Biết hàm lượng bùn nén C_0 , chiều cao ban đầu H_0 , chọn hàm lượng bùn nén thiết kế C_u , vậy chiều cao giao tuyến tương ứng hàm lượng C_u là:

$$H_u = \frac{C_0 H_0}{C_u} \quad (2-7)$$

5. Vẽ đường thẳng ngang $y - H_u$, và từ giao điểm hai đường thẳng $y - H_u$ và tiếp tuyến tại điểm 1, xác định thời gian t_u . Đây là thời gian cần thiết để đạt được nồng độ bùn nén yêu cầu C_u ;

6. Diện tích cần thiết cho quá trình nén bùn:

$$A_t = 1,5(Q+R) \frac{t_u}{H_0} \quad (2-8)$$

Trong đó: Q = Lưu lượng vào bể aeroten không tính lưu lượng tuần hoàn;
 R = Lưu lượng bùn tuần hoàn;
 $Q+R$ = Tổng lưu lượng vào bể aeroten;
 $1,5$ = Hệ số mô hình (Eckenfelder.W.W., 1980)

7. Xác định diện tích cần thiết cho quá trình lắng, A_c :

$$A_c = 2,0 \times \frac{Q}{V_0} \quad (2-9)$$

Trong đó: Q = Lưu lượng vào bể aeroten không tính lưu lượng tuần hoàn;
 $2,0$ = Hệ số mô hình (Eckenfelder.W.W., 1980).

Chọn giá trị diện tích lớn hơn là diện tích thiết kế cho bể lắng II.

Ví dụ 2-2. Tính toán Bể lắng bùn hoạt tính

Thí nghiệm lắng hỗn hợp bùn hoạt tính có nồng độ MLSS 4000 mg/L, được tiến hành trên cột lắng có chiều cao lớp nước ban đầu 0,6m. Số liệu thí nghiệm thể hiện trong bảng sau:

| Thời gian lắng, phút | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|-----------------------------------|----|----|----|------|----|----|----|
| Chiều cao bề mặt lớp bùn lắng, cm | 50 | 45 | 32 | 22,5 | 18 | 15 | 12 |

Xác định diện tích bể lắng bùn hoạt tính, tải trọng chất rắn ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$) và tải trọng bề mặt ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$), biết rằng hàm lượng bùn nén C_u yêu cầu 12000 mg/L và tổng lưu lượng vào bể là 400 $\text{m}^3/\text{ngày}$.

Giải. Vẽ biểu đồ chiều cao bề mặt lớp bùn theo thời gian (Hình 2-5).

1. Xác định diện tích cần thiết cho quá trình nén bùn:

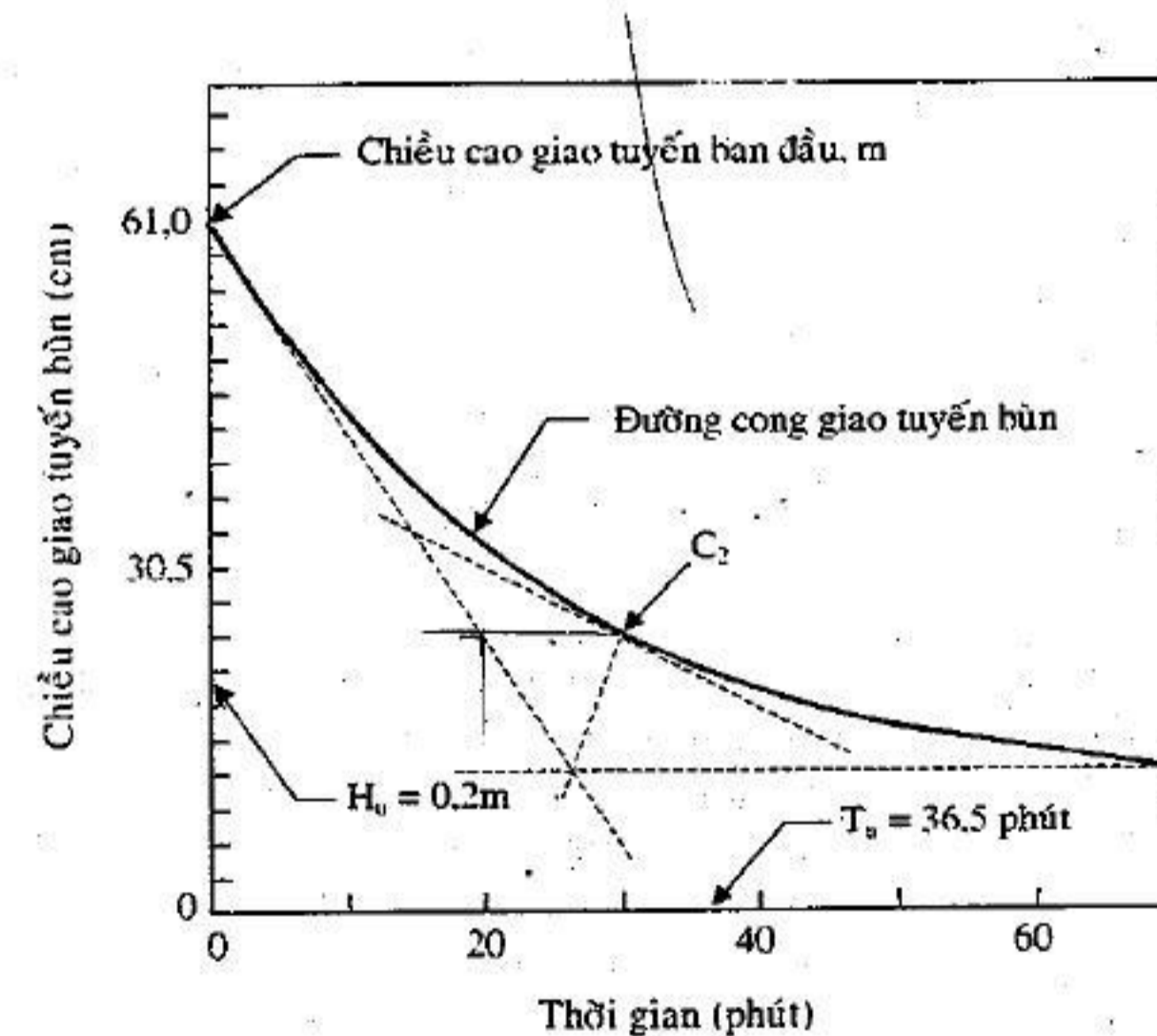
- (a) Xác định giá trị H_u :

$$H_u = \frac{C_0 H_0}{C_u} = \frac{4000 \text{ mg/l} \times 0,6 \text{ m}}{12000 \text{ mg/l}} = 0,2 \text{ m}$$

Trên đường cong lắng, vẽ đường thẳng nằm ngang ở $H_u = 0,2 \text{ m}$.

- (b) Vẽ tiếp tuyến với đường cong lắng ở điểm C_2 , là trung điểm giữa vùng lắng cản trở và vùng nén. Điểm C_2 tìm được bằng cách vẽ hai tiếp tuyến ở hai vùng. Phân giác góc hình thành giữa hai tiếp tuyến cắt đường cong tại C_2 . Từ giao điểm của tiếp tuyến tại C_2 và đường thẳng ngang H_u tìm được t_u ($t_u = 36,5$ phút). Như vậy diện tích yêu cầu cho quá trình nén bùn là:

$$A_t = 1,5 Q_T \frac{t_u}{H_u} = 1,5 \times 400 \text{ m}^3/\text{ngày} \frac{36,5 \text{ phút}}{0,6 \text{ m} \times 24 \text{ giờ/ngày} \times 60 \text{ phút/giờ}} = 25 \text{ m}^2$$



HÌNH 2-5.

Biểu đồ chiều cao giao tuyến bùn theo thời gian.

2. Xác định diện tích cần thiết cho quá trình lắng:

(a) Vận tốc đi xuống của bề mặt lớp bùn tìm được bằng cách tính toán độ dốc tiếp tuyến với đường cong tại điểm tương ứng chiều cao ban đầu của lớp bùn. Vận tốc này chính là tốc độ lắng ở bùn cản trở:

$$V_o = \frac{0,6m - 0,24m}{20 \text{ phút}} \times 60 \frac{\text{phút}}{\text{giờ}} = 1,08 \text{ m/h}$$

(b) Xác định lưu lượng vào hệ thống bùn hoạt tính Q (lưu lượng không tính đến lưu lượng tuần hoàn). Dựa vào cân bằng khối lượng, có thể xác định Q như sau:

$$Q = \frac{(C_H - C_A)}{C_u} Q_T = \frac{(12000 - 4000)}{12000} \times 400 = 267 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

(c) Diện tích yêu cầu cho quá trình lắng:

$$A_c = 2,0 \times \frac{Q}{V_o} = 2,0 \times \frac{267 \text{ m}^3/\text{ngày}}{1,08 \text{ m/giờ} \times 24 \text{ giờ/ngày}} = 20,6 \text{ m}^2$$

Do giá trị $A_1 > A_c$, như vậy diện tích thiết kế lựa chọn là $A_1 = 25 \text{ m}^2$.

3. Xác định tải trọng chất rắn

$$L_s = Q_T \times C_o = 400 \text{ m}^3/\text{ngày} \times 4000 \text{ g/m}^3 \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1600 \text{ kg/ngày}$$

4. Xác định tải trọng thủy lực:

$$L_A = \frac{Q}{A} = \frac{400 \text{ m}^3/\text{ngày}}{25 \text{ m}^2} = 16 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$$

2.2.2. Phương pháp dòng chất rắn

Dick, R.I. (1970) đã đưa ra khái niệm dòng chất rắn (*solid flux*) để thiết kế bể lắng đợt II và bể nén bùn trọng lực. Dòng chất rắn là tốc độ bùn nén trên đơn vị diện tích bề mặt (kg/h.m^2). Trong bể lắng đợt II và bể nén bùn, bùn ban đầu có hàm lượng C_o và sau đó bị nén đến hàm lượng C_u ở đáy bể.

Trong bể lắng ở trạng thái ổn định, có dòng chất rắn di chuyển xuống dưới (Hình 2-6). Dòng này hình thành do lắng trọng lực (lắng cản trở) và do khối nước dịch chuyển từ việc bơm tuần hoàn hoặc bơm bùn ra khỏi bể. Dòng chất rắn do lắng trọng lực thể hiện qua biểu thức sau:

$$SF_g = C_i V_i \quad (2-10)$$

Trong đó: SF_g = Dòng chất rắn do trọng lực;
 C_i = Hàm lượng bùn ở điểm xem xét;
 V_i = Tốc độ lắng của bùn ở hàm lượng C_i .

Sự dịch chuyển khối nước do bơm tuần hoàn hoặc bơm bùn thể hiện ở phương trình sau:

$$SF_u = C_i V_b \quad (2-11)$$

Trong đó: SF_u = Dòng khối nước;
 V_b = Tốc độ khối nước dịch chuyển.

Vậy tổng dòng chất rắn SF_t do lắng trọng lực và do chuyển động khối nước:

$$SF_t = SF_g + SF_u = C_i V_i + C_i V_b \quad (2-12)$$

Theo phương trình trên, dòng chất rắn do lắng trọng lực phụ thuộc vào hàm lượng và đặc tính lắng của chất rắn. Các bước tiến hành xây dựng đường cong dòng chất rắn từ mô hình cột lắng được minh họa trong Hình 2-6.

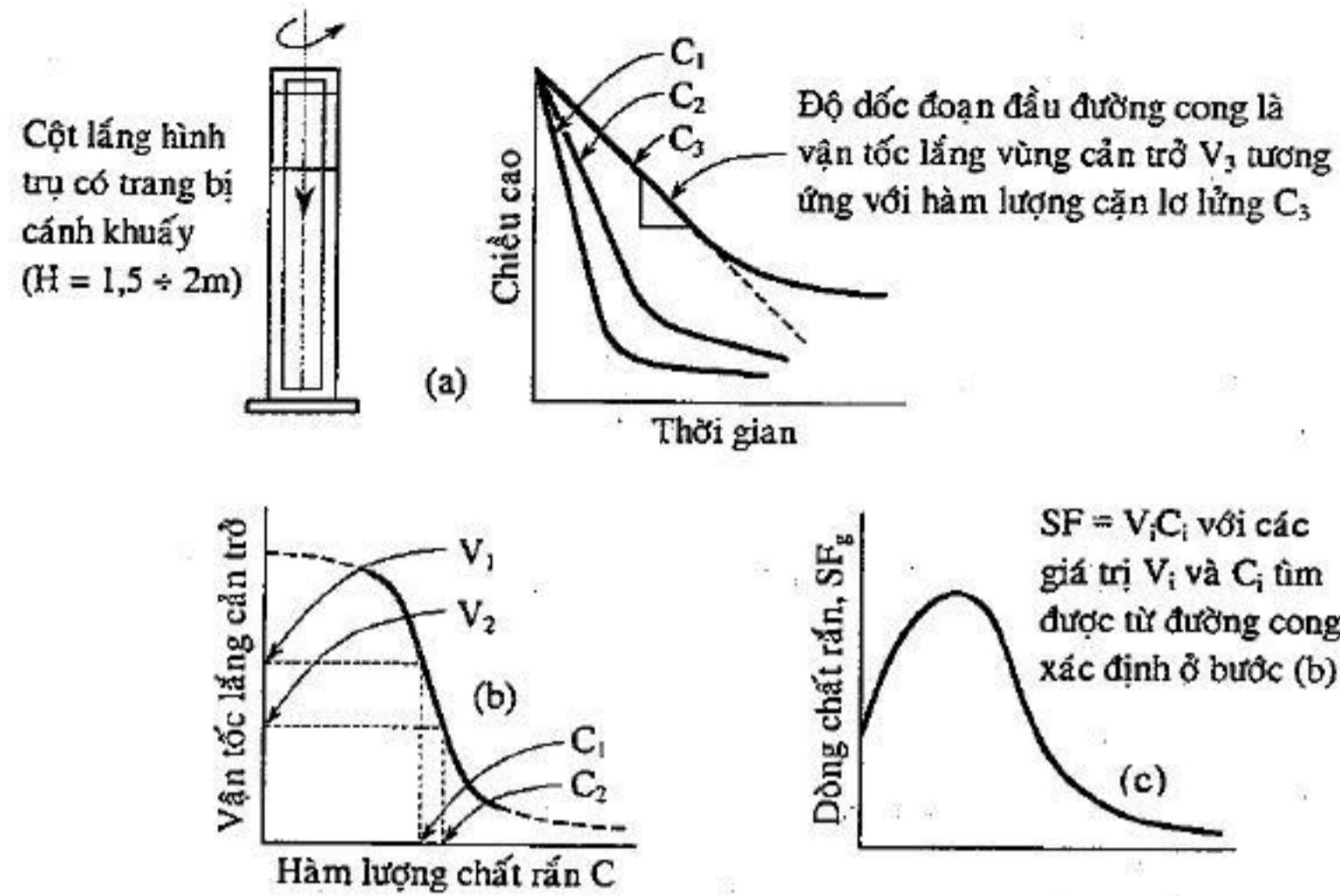
Ở hàm lượng thấp ($< 1000 \text{ mg/L}$), sự dịch chuyển chất rắn do trọng lực là nhỏ do vận tốc lắng không phụ thuộc nhiều vào hàm lượng. Ở hàm lượng chất rắn rất cao, vận tốc lắng cản trở xấp xỉ bằng không, và tổng dòng chất rắn do trọng lực trở nên rất thấp. Dòng chất rắn do trọng lực có giá trị cực đại khi hàm lượng tăng (Hình 2-7).

Dòng chất rắn do khối nước dịch chuyển là hàm tuyến tính của hàm lượng với lưu lượng dòng bùn bên dưới. Vận tốc khối nước chuyển động:

$$V_b = \frac{Q_u}{A} \quad (2-13)$$

Trong đó: Q_u = Lưu lượng dòng bên dưới;
 A = Diện tích bề mặt bể.

Tổng dòng chất rắn là tổng của dòng trọng lực và dòng bên dưới (Hình 2-8). Tăng hoặc giảm lưu lượng dòng bên dưới sẽ nâng cao hoặc hạ thấp đường cong tổng. Vì vậy, trên thực tế có thể lấy lưu tốc dòng bên dưới để kiểm soát quá trình lắng và nén bùn.



HÌNH 2-6.

Các bước tiến hành vẽ đường cong dòng chất rắn do lắng trọng lực.

- (a) Thí nghiệm cột lắng ở những hàm lượng chất rắn ban đầu khác nhau, từ đó tìm được vận tốc lắng cản trở ở các hàm lượng tương ứng;
- (b) Vẽ đường cong lắng cản trở theo hàm lượng tương ứng;
- (c) Vẽ đường cong dòng chất rắn theo hàm lượng tương ứng.

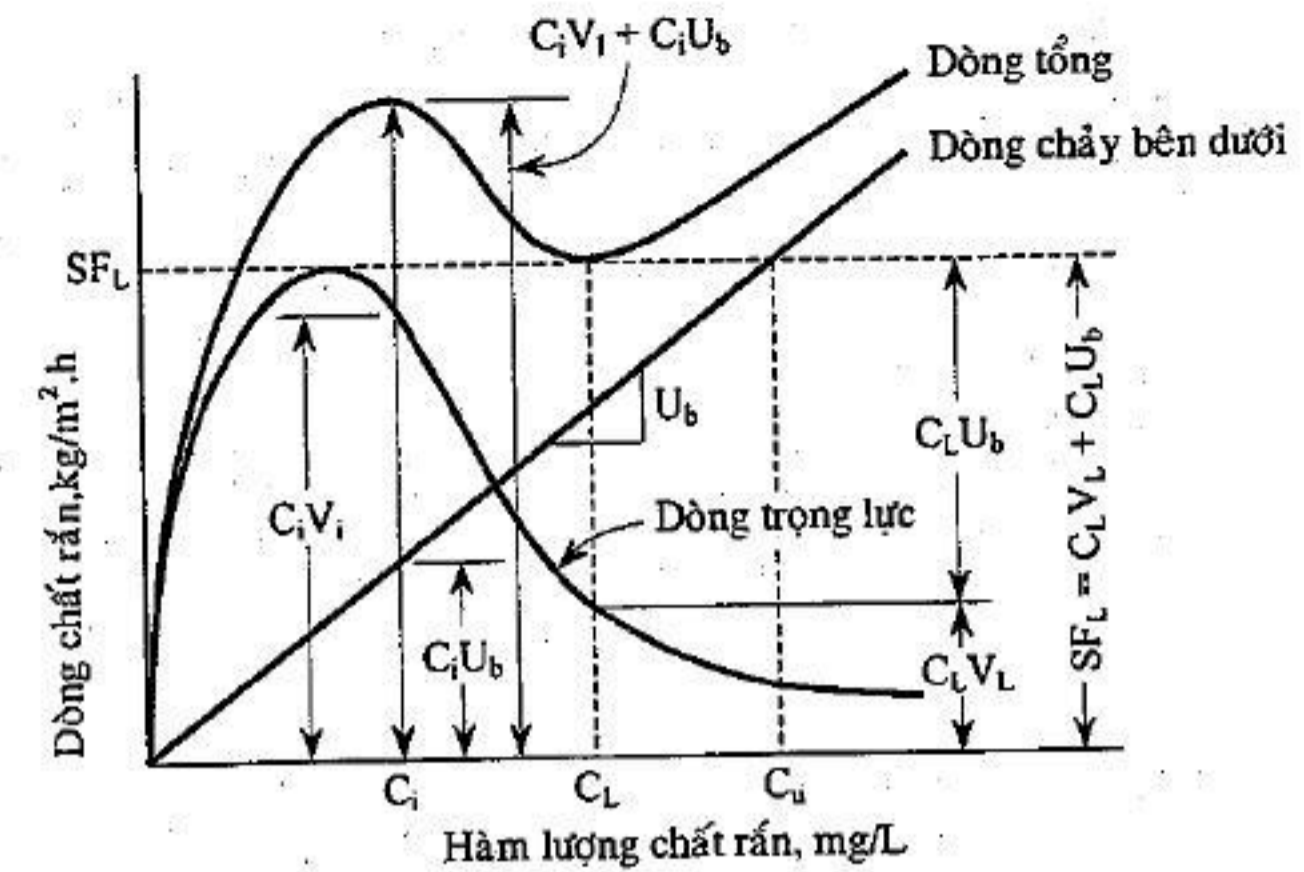
Từ Hình 2-8, diện tích ngang bể nén bùn có thể xác định theo các bước sau:

Vẽ đường thẳng ngang tiếp tuyến với đường cong tổng dòng tại điểm cực tiểu. Giao điểm giữa tiếp tuyến và trục y là dòng chất rắn giới hạn (SF_L). Từ giao điểm giữa tiếp tuyến ngang và đường dòng bên dưới, kéo đường thẳng song song với trục y, cắt trục hoành x tại giá trị C_u (hàm lượng bùn nén tương ứng). Nếu lượng chất rắn vào bể lắng lớn hơn SF_L , khi đó chất rắn tích lũy trong bể lắng và nếu phần chứa bùn không đủ, bùn sẽ trôi ra ngoài.

Trọng lượng chất rắn lắng được trong đơn vị thời gian:

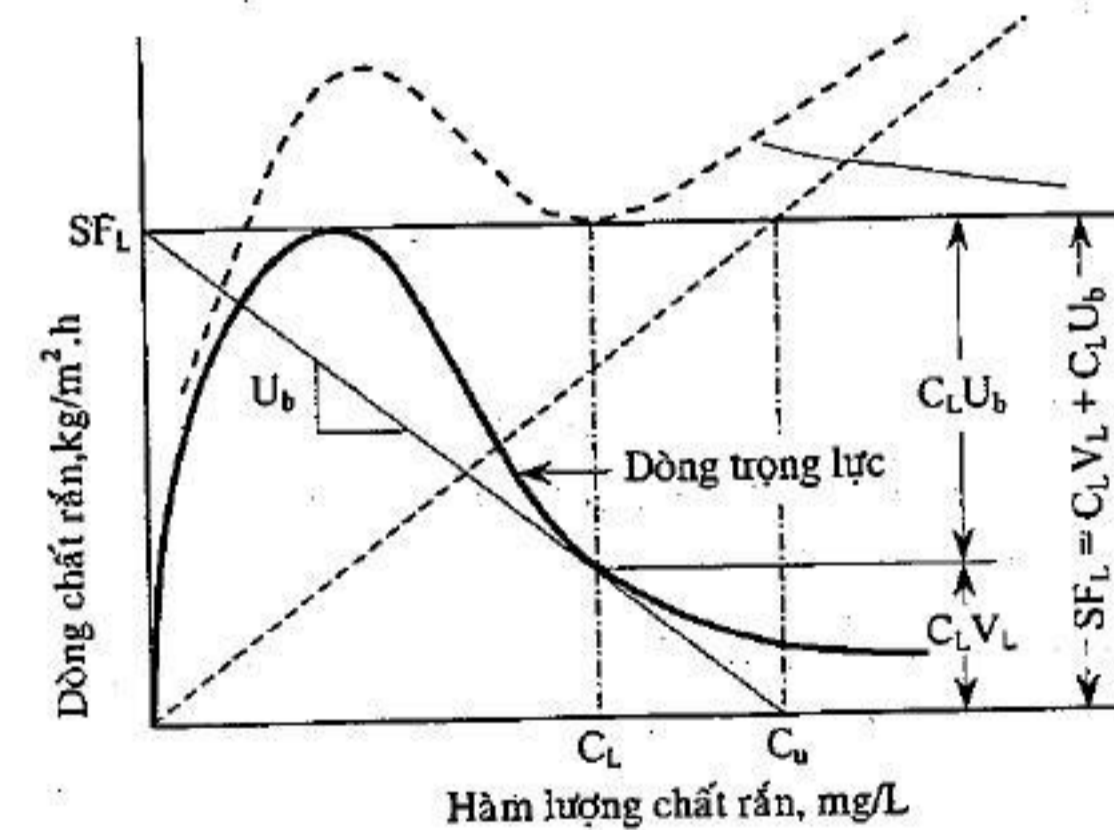
$$M_t = Q_0 C_0 = Q_u C_u \quad (2-14)$$

Trong đó: Q_0 = Lưu lượng vào bể lắng, $Q_0 = Q + Q_u$;
 C_0 = Hàm lượng chất rắn vào bể.



HÌNH 2-7.

Sơ đồ thứ I phân tích số liệu lắng theo phương pháp dòng chất rắn.



HÌNH 2-8.

Sơ đồ thứ II phân tích số liệu lắng theo phương pháp dòng chất rắn.

Diện tích giới hạn mặt cắt ngang bể nén bùn:

$$A = \frac{M_t}{SF_L} = \frac{(Q + Q_u) C_0}{SF_L} \quad (2-15)$$

Một cách khác có thể xác định diện tích giới hạn khi cho trước hàm lượng bùn nén C_u . Từ điểm C_u đã cho trên trục hoành, vẽ tiếp tuyến với đường cong dòng chất rắn do trọng lực. Tiếp tuyến này cắt trục y tại điểm SF_L , giá trị dòng chất rắn giới hạn.

Ví dụ 2-3. Ứng dụng phương pháp dòng chất rắn

Kết quả thí nghiệm lắng bùn hoạt tính thích nghi được thể hiện trong bảng 2-3. Xác định diện tích bể lắng đợt II, biết rằng lưu lượng hỗn hợp nước thải và bùn hoạt tính vào bể lắng $Q_T = 600 \text{ m}^3/\text{h}$, hàm lượng MLSS: $C_0 = 2500 \text{ mg/L}$ và hàm lượng bùn nén yêu cầu 12000 mg/L .

BẢNG 2-3.

Kết quả thí nghiệm lắng bùn hoạt tính

| Thí nghiệm | C (mg/L) | V (m/h) | SF = CV (kg/m ² .h) |
|------------|-------------|------------|-----------------------------------|
| 1 | 12460 | 0,125 | 1,558 |
| 2 | 9930 | 0,249 | 2,473 |
| 3 | 7450 | 0,465 | 2,464 |
| 4 | 5220 | 1,000 | 5,220 |
| 5 | 3140 | 2,941 | 9,235 |
| 6 | 1580 | 4,180 | 6,604 |

Giải:

- Vẽ đường cong vận tốc lắng theo hàm lượng chất rắn (Hình 2-9a).
- Vẽ đường cong dòng chất rắn theo hàm lượng chất rắn (Hình 2-9b).
- Xác định dòng chất rắn giới hạn SF_L :

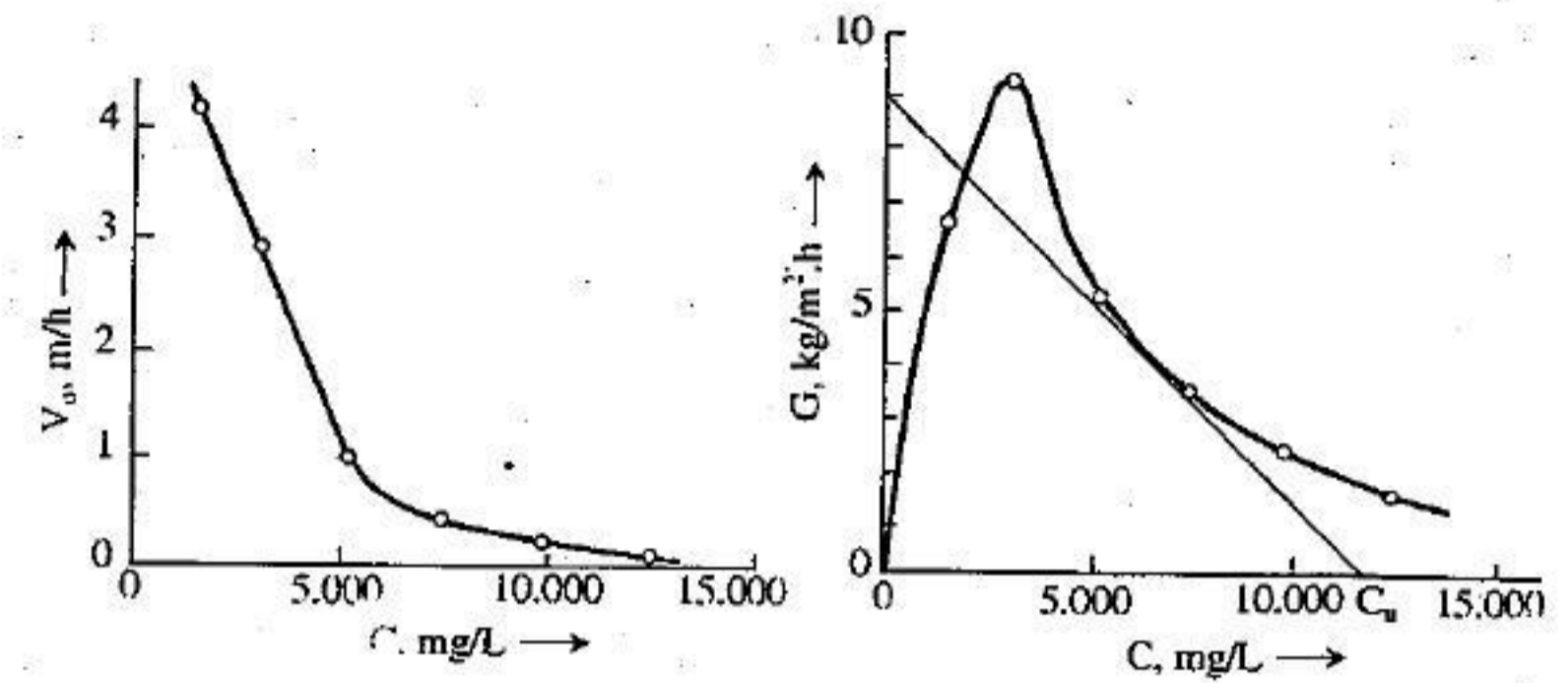
Từ điểm C_u trên trục hoành vẽ tiếp tuyến với đường cong. Tiếp tuyến này cắt trục tung tại điểm tương ứng với giá trị $SF_L = 8,9 \text{ kg/h.m}^2$.

Sử dụng hệ số qui mô $f = 1,5$:

$$SF_L = \frac{8,9 \text{ kg/h.m}^2}{1,5} = 5,93 \text{ kg/h.m}^2$$

- Xác định diện tích bể lắng II:

$$A = \frac{M_L}{SF_L} = \frac{(Q + Q_u)C_0}{1,5 \cdot 5,93 \text{ kg/h.m}^2 \times 1000 \text{ g/kg}} = \frac{600 \text{ m}^3/\text{h} \times 2500 \text{ g/m}^3}{5,93 \text{ kg/h.m}^2 \times 1000 \text{ g/kg}} = 253 \text{ m}^2$$



HÌNH 2-9.

Sự phụ thuộc của vận tốc lắng và dòng chất rắn vào nồng độ chất rắn.

Ví dụ 2-4. Kết quả thí nghiệm bùn hoạt tính được thể hiện trong bảng 2-4. Xác định hàm lượng bùn hoạt tính tối đa trong bể aeroten (MLSS) để đạt được tải trọng bể mặt lắng II là $24 \text{ m}^3/\text{ngày}$ (tải trọng này tính đến tổng lưu lượng $Q_T = Q + Q_r$). Biết rằng lưu lượng tuần hoàn $Q_r = 40\% Q$ và giả sử lưu lượng bùn dư không đáng kể.

BẢNG 2-4.

Kết quả thí nghiệm lắng bùn hoạt tính

| MLSS (mg/L) | Vận tốc lắng (m/h) |
|----------------|-----------------------|
| 2000 | 4,27 |
| 3000 | 3,51 |
| 4000 | 2,77 |
| 5000 | 2,13 |
| 6000 | 1,28 |
| 7000 | 0,91 |
| 8000 | 0,67 |
| 9000 | 0,49 |
| 10000 | 0,37 |
| 15000 | 0,15 |
| 20000 | 0,06 |

Giải:

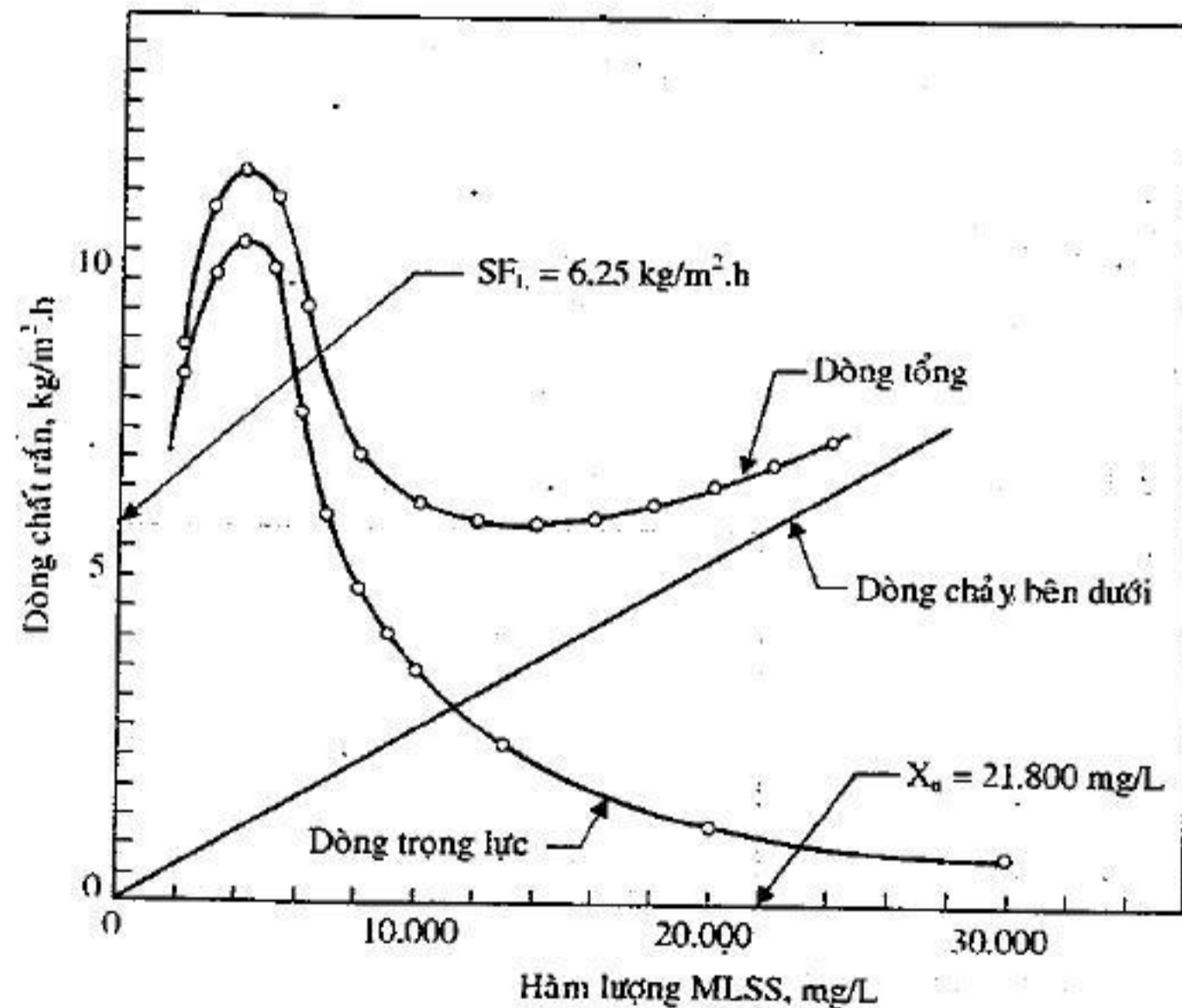
(a) Lập bảng giá trị SF theo hàm lượng MLSS:

BẢNG 2-5.

Giá trị SF theo hàm lượng bùn hoạt tính

| MLSS (mg/L) | Vận tốc lắng (m/h) | SF = C.V (Kg/m ² .h) |
|----------------|-----------------------|------------------------------------|
| 2000 | 4,27 | 8,54 |
| 3000 | 3,51 | 10,53 |
| 4000 | 2,77 | 11,08 |
| 5000 | 2,13 | 10,65 |
| 6000 | 1,28 | 7,68 |
| 7000 | 0,91 | 6,37 |
| 8000 | 0,67 | 5,36 |
| 9000 | 0,49 | 4,41 |
| 10000 | 0,37 | 3,70 |
| 15000 | 0,15 | 2,25 |
| 20000 | 0,06 | 1,20 |

(b) Vẽ đường cong SF theo MLSS:



HÌNH 2-10

Sự phụ thuộc của dòng chất rắn SF vào hàm lượng MLSS.

(b) Xác định vận tốc dòng bên dưới:

$$V_b = \frac{0,4Q}{0,4Q+Q} \times \frac{24 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}}{24 \text{ h/ngày}} = 0,29 \text{ m/h}$$

(c) Vẽ đường cong tổng dòng chất rắn và xác định giá trị dòng giới hạn SF_L và hàm lượng bùn nén tối đa:(1) Từ phương trình SF_u = C_iV_b, vẽ đường dòng bên dưới SF_u.

Trong đó: C_i = Hàm lượng MLSS, kg/m³;
V_b = Vận tốc dòng bên dưới, m/h.

Ở hàm lượng C_i = 10 000 mg/L hay 10 kg/m³, SF_u = 10 kg/m³ × 0,29 kg/m².h = 2,9 kg/m².h.

(2) Vẽ đường cong tổng SF_T = SF_u + SF_C

Từ đường cong SF, tìm được giá trị SF_L = 6,25 kg/m².h và hàm lượng bùn nén tối đa C_n = 21800 mg/L.

(d) Xác định hàm lượng MLSS tối đa:

(1) Bỏ qua tốc độ sinh trưởng tế bào trong bể aeroten và dựa vào cân bằng khối lượng có thể viết phương trình sau:

$$QX_n + Q_r X_r = (Q + Q_r) X$$

(2) Giả sử X_n = 0 (X_n rất nhỏ so với X_r), giải phương trình trên tìm được giá trị của X:

$$0,4Q (21800 \text{ mg/L}) = (1 + 0,4) QX$$

$$X = 6230 \text{ mg/L}$$

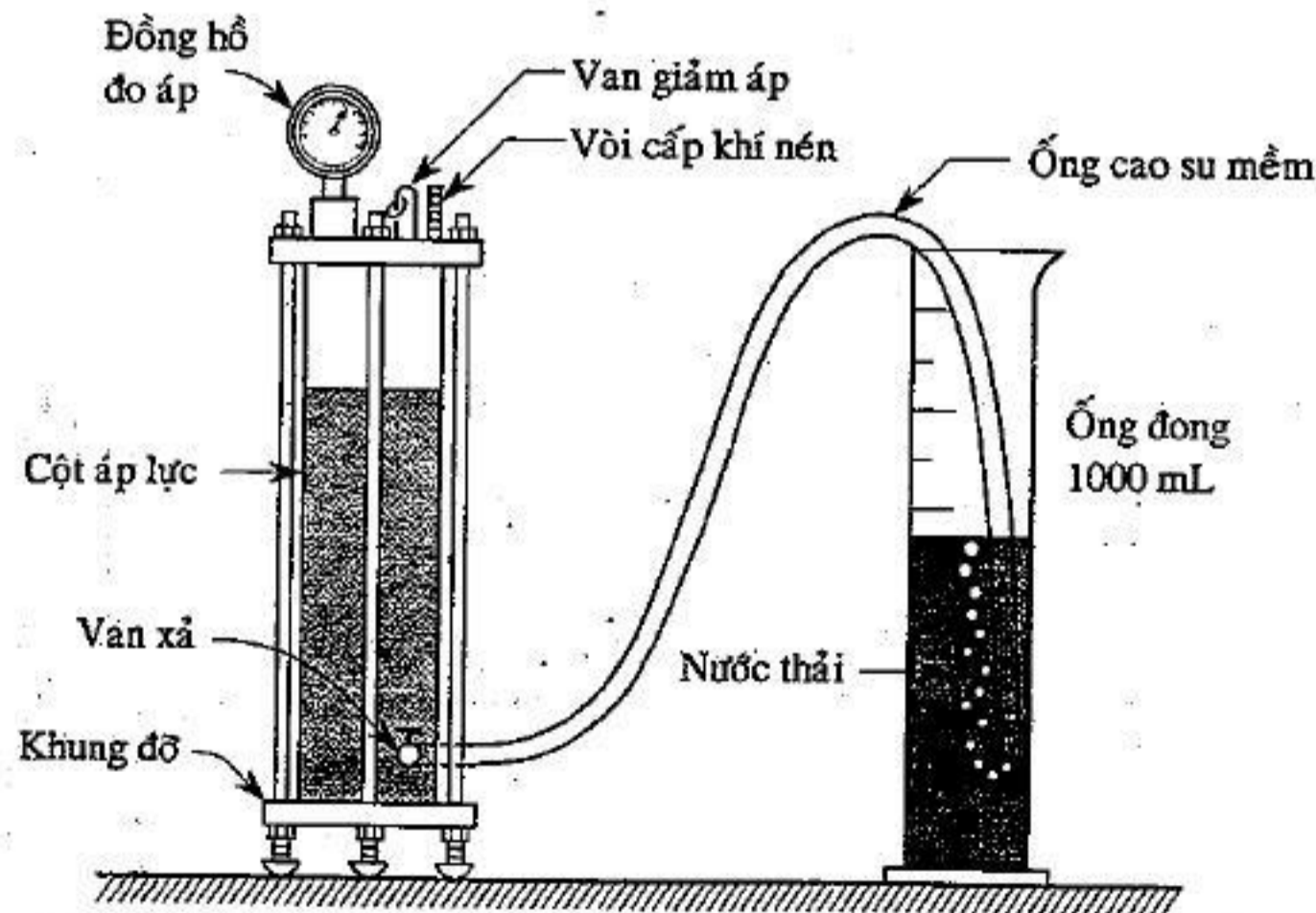
2.3. QUÁ TRÌNH TUYỂN NỔI

Quá trình tuyển nổi là quá trình tách các hạt rắn (cặn lơ lửng) hoặc hạt chất lỏng (dầu, mỡ) ra khỏi pha lỏng (nước thải). Quá trình này được thực hiện bằng cách đưa các bọt khí mịn vào pha lỏng. Bọt khí mịn dính bám vào các hạt, và lực đẩy nổi đủ lớn đẩy các hạt bám dính bọt khí lên bề mặt. Trong xử lý nước thải, quá trình tuyển nổi có thể sử dụng để loại bỏ dầu mỡ, cặn lơ lửng và nén bùn sinh học (bùn hoạt tính, màng vi sinh vật).

Quá trình tuyển nổi phụ thuộc rất nhiều vào loại bề mặt hạt lơ lửng, vì vậy thí nghiệm qui mô phòng thí nghiệm và qui mô vừa (pilot scale) cần thiết xây dựng để tìm các thông số thiết kế hợp lý. Yếu tố cần quan tâm trong thiết kế công trình tuyển nổi bao gồm hàm lượng chất lơ lửng, lượng khí sử dụng, vận tốc nổi của hạt và tải trọng chất rắn.

Trong tuyển nổi khí hòa tan, không khí hòa tan trong nước thải ở áp suất vài atmosphere (275 ÷ 350kPa), sau đó giảm áp xuống áp suất khí quyển, khí hòa tan tách ra khỏi nước thành những bọt khí mịn. Hiệu quả quá trình tuyển nổi này phụ thuộc vào tỉ số thể tích khí trên khối lượng chất rắn (A/S). Tỉ số này phụ thuộc nhiều vào loại chất lơ lửng, và phải được xác định bằng thực nghiệm. Mô hình tuyển nổi thể hiện ở Hình 2-11.

Đầu tiên cho nước thải vào đầy ống đong và cho nước sạch hoặc nước đã xử lý vào cột áp suất. Cho không khí nén vào cột áp suất đến áp suất yêu cầu. Lắc đều hỗn hợp không khí và chất lỏng trong 1 phút, sau đó để yên 3 phút để đạt trạng thái bão hòa khí. Xả dòng nước đã tăng áp vào ống đong đến thể tích yêu cầu. Sau thời gian tĩnh để bùn nổi lên mặt (tối thiểu 20 phút), gạt chất nổi trên mặt, lấy mẫu phân tích hàm lượng cặn lơ lửng còn lại.



HÌNH 2-11

Mô hình tuyển nổi khí hòa tan.

Đối với hệ thống tuyển nổi có tuần hoàn dòng tạo áp, mối quan hệ giữa tỉ số A/S, độ hòa tan không khí, áp suất vận hành và hàm lượng cặn lơ lửng thể hiện qua phương trình sau:

$$\frac{A}{S} = \frac{1,3s_a(fP-1)R}{S_a Q} \quad (2-16)$$

Trong đó: A/S = Tỉ số khí/chất rắn, ml khí/mg chất rắn;
 f = Phần khí hòa tan ở áp suất P, thông thường f = 0,5;
 P = Áp suất, atm; và được xác định như sau: $P = \frac{p+101,35}{101,35}$ (Hệ SI)
 p = Áp suất, kPa;
 R = Lưu lượng tuần hoàn, m³/ngày;
 Q = Lưu lượng, m³/ngày;
 S_a = Hàm lượng bùn, mg/L;
 s_a = Độ hòa tan của khí, ml/l, lấy theo Bảng 2-6;

Hệ số 1,3 là trọng lượng của 1ml không khí tính bằng mg, giá trị (-1) tính đến yếu tố hệ thống hoạt động ở áp suất khí quyển.

BẢNG 2-6.

Độ hòa tan của khí phụ thuộc vào nhiệt độ

| Nhiệt độ, °C | 0 | 10 | 20 | 30 |
|-----------------------|------|------|------|------|
| s _a , mL/L | 29,2 | 22,8 | 18,7 | 15,7 |

Đối với hệ thống tuyển nổi không tuần hoàn dòng tạo áp, phương trình tương ứng có dạng sau:

$$\frac{A}{S} = \frac{1,3s_a(fP-1)}{S_a} \quad (2-17)$$

2.4. QUÁ TRÌNH KEO TỤ VÀ TẠO BÔNG

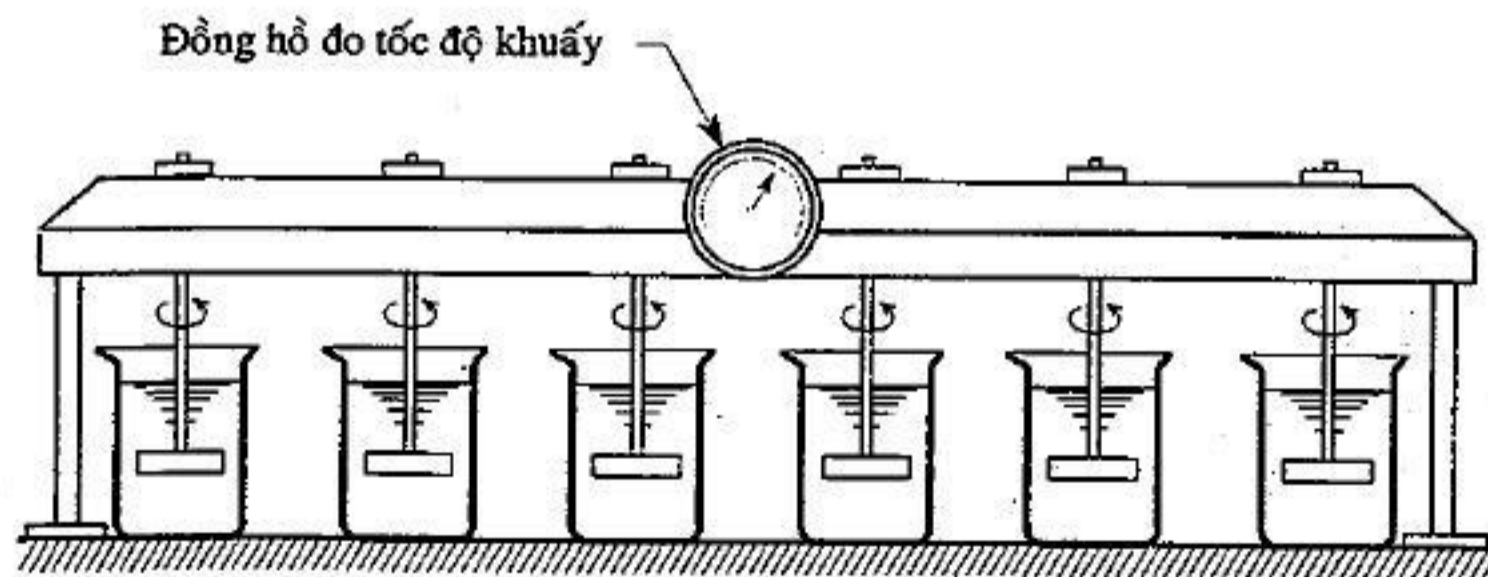
Khi chất keo tụ cho vào nước và nước thải, các hạt keo bản thân trong nước bị mất tính ổn định, tương tác với nhau, kết cụm lại hình thành các bông cặn lớn, dễ lắng. Quá trình mất tính ổn định hạt keo là quá trình hóa lý phức tạp, có thể giải thích dựa trên các cơ chế sau:

- Giảm điện thế zeta tới giá trị mà tại đó dưới tác dụng lực hấp dẫn Van der Waals cùng với năng lượng khuấy trộn cung cấp thêm, các hạt keo trung hòa điện kết cụm và tạo thành bông cặn;
- Các hạt kết cụm do sự hình thành cầu nối giữa các nhóm hoạt tính trên hạt keo;
- Các bông cặn đã hình thành khi lắng xuống sẽ bắt giữ các hạt keo trên quỹ đạo lắng.

Quá trình keo tụ - tạo bông thường áp dụng để khử màu, giảm hàm lượng cặn lơ lửng trong xử lý nước thải. Jarstest là thí nghiệm qui mô phòng thí nghiệm (*Lab-scale/ Bench-scale*) được sử dụng rộng rãi trong các trạm xử lý để xác định liều lượng hóa chất và pH tối ưu. Ngoài ra, thí nghiệm Jarstest có thể cho biết thêm về tốc độ kết cụm theo tốc độ khuấy trộn (năng lượng khuấy), đặc tính lắng của bông cặn...

2.4.1. Thiết bị Jarstest

Thiết bị Jarstest được thể hiện trên Hình 2-12. Thiết bị gồm 6 cánh khuấy quay cùng tốc độ. Nhờ hộp số, tốc độ quay có thể điều chỉnh được ở dãy 10 ÷ 150 vòng/phút (rpm). Cánh khuấy có dạng turbine gồm 2 bản phẳng nằm cùng một mặt phẳng thẳng đứng. Cánh khuấy đặt trong 6 beakers dung tích 1 lít chứa cùng mẫu nước thô cho một đợt thí nghiệm.

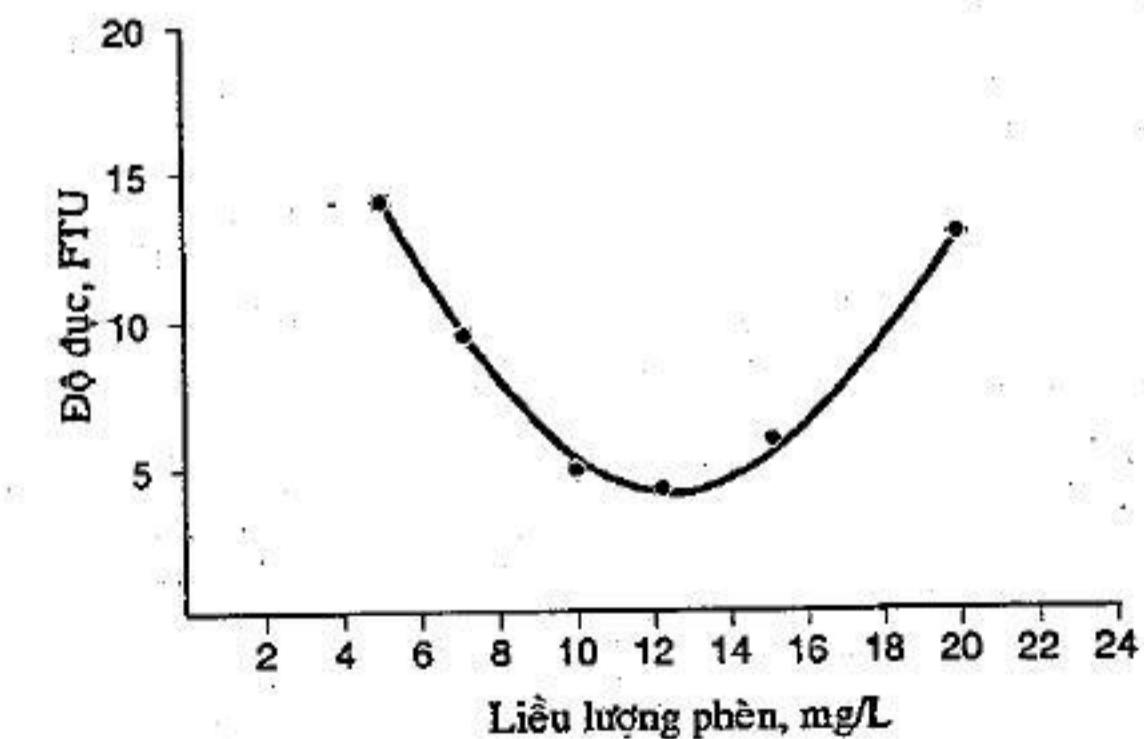
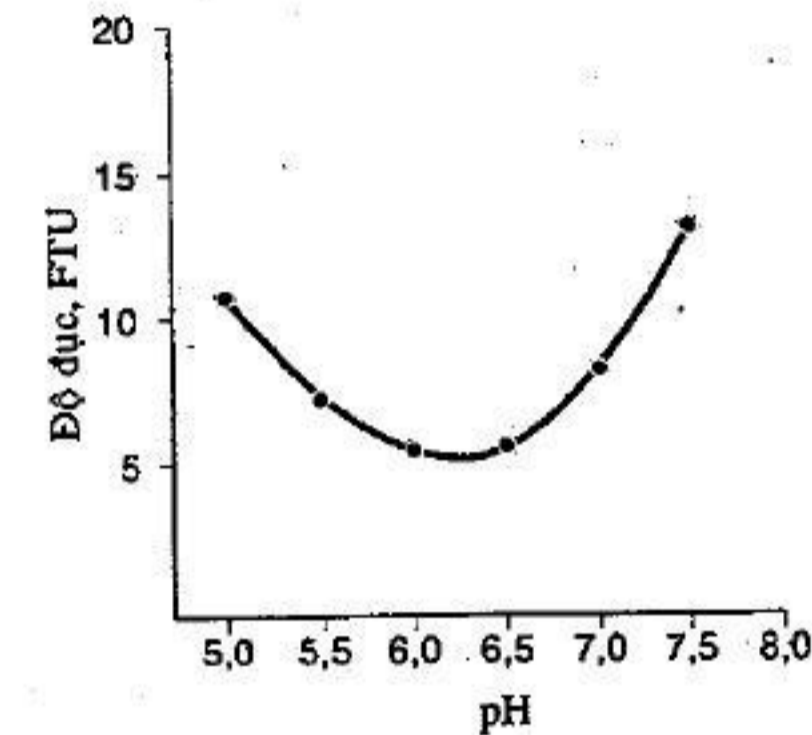


HÌNH 2-12
Thiết bị Jarstest.

2.4.2. Xác định liều lượng phèn và pH tối ưu cho mỗi loại phèn

Nội dung thí nghiệm này gồm ba bước:

Lấy 200ml mẫu nước thải cho vào beaker và cho chất keo tụ vào với lượng tăng nhỏ. Sau mỗi lần tăng lượng chất keo tụ, khuấy trộn nhanh 1 phút sau đó khuấy chậm trong 3 phút. Thêm lượng chất keo tụ cho đến khi thấy bông cặn hình thành. Ghi nhận hàm lượng phèn này.



HÌNH 2-13.

Kết quả thí nghiệm Jarstest xác định pH tối ưu và liều lượng phèn tối ưu.

Xác định pH tối ưu: Lấy 1 lít mẫu cho vào mỗi beaker 1000ml, sau đó đặt các beaker vào thiết bị Jarrest. Cho cùng một liều lượng phenol xác định ở bước trên vào 6 beaker, sau đó thêm acid hoặc kiềm để đạt pH dao động trong khoảng 4 ÷ 9. Mở các cánh khuấy quay ở tốc độ 100 rpm, sau đó quay chậm trong 15 phút ở tốc độ 15 ÷ 20 rpm. Tắt máy khuấy, để lắng tĩnh 30 phút. Sau đó lấy mẫu nước lắng (lớp nước trong phía trên) phân tích các chỉ tiêu thông thường như độ đục, độ màu, cặn lơ lửng, COD và pH. pH tối ưu là pH tương ứng với mẫu có độ đục, SS, COD,... thấp nhất.

Tiếp theo tiến hành thí nghiệm xác định lượng phenol tối ưu ở pH tối ưu tìm được ở bước trên. Trong thí nghiệm này thay đổi các hàm lượng chất keo tụ khác nhau. Liều lượng chất kiềm hoặc acid cần thiết thêm vào để đạt được cùng pH tối ưu tương ứng với mỗi hàm lượng chất keo tụ khác nhau. Để thực hiện điều này, có thể làm thí nghiệm xác định liều lượng chất kiềm hoặc acid để đưa pH mẫu về giá trị tối ưu ứng với liều lượng chất keo tụ khác nhau. Hàm lượng chất keo tụ tối ưu là hàm lượng ứng với mẫu có độ đục, SS, COD,... thấp nhất.

2.5. QUÁ TRÌNH BÙN HOẠT TÍNH

Các chất thải hữu cơ dễ phân hủy có thể xử lý hiệu quả bằng hệ thống sinh học bùn hoạt tính. Bùn hoạt tính là khối quần thể vi sinh hoạt tính có khả năng ổn định chất hữu cơ hiếu khí. Động học sinh trưởng bùn hoạt tính và phân hủy chất hữu cơ đã được mô phỏng bằng các biểu thức toán học thể hiện trong Bảng 2-7.

Khi thiết kế hệ thống bùn hoạt tính xáo trộn hoàn toàn, cần thiết xác định các thông số động học Y , k_d , K_s và k . Nhằm xác định các thông số động học này, thường sử dụng các mô hình quy mô phòng thí nghiệm trong 2-18 và 2-19 hoặc mô hình quy mô vừa (pilot). Trong việc xác định các thông số động học này, cách thức thông thường là vận hành các mô hình ứng với các giá trị θ_c khác nhau (ít nhất là 5 giá trị) và thường nằm trong khoảng 3 đến 20 ngày. Sử dụng số liệu thu thập được ở các điều kiện trong trạng thái ổn định để xác định các giá trị trung bình Q , S_0 , S , X và r_{su} . Tính giá trị r_{su} theo phương trình:

$$r_{su} = -\frac{kSX}{K_s + S} = -\frac{S_0 - S}{\theta} \quad (2-18)$$

BẢNG 2-7.

Tóm tắt các biểu thức động học cho quá trình sinh trưởng bùn hoạt tính

| | | |
|--|------------|--|
| $\mu = \mu_m \frac{S}{K_s + S}$ | μ | Tốc độ sinh trưởng riêng, 1/TG; |
| | μ_m | Tốc độ sinh trưởng riêng tối đa, 1/TG; |
| | S | Hàm lượng cơ chất giới hạn sinh trưởng trong dung dịch, KL/TT; |
| | K_s | Hằng số bán vận tốc, hàm lượng cơ chất ở tốc độ sinh trưởng = $\frac{1}{2} \mu_m$, KL/TT; |
| $r_g = \frac{\mu_m XS}{K_s + S}$ | r_g | Tốc độ sinh trưởng của vi khuẩn, KL/TT/TG; |
| $r_g = -Yr_{su}$ | Y | Hệ số sản lượng tế bào, mg/mg (tỉ số khối lượng tế bào hình thành/khối lượng cơ chất sử dụng, được xác định trong bất cứ thời gian của pha logarithmic); |
| | r_{su} | Tốc độ sử dụng cơ chất, KL/TT/TG; |
| $k = \frac{\mu_m}{Y}$ | k | Hệ số sử dụng cơ chất tối đa; |
| $r_{su} = -\frac{kXS}{K_s + S}$ | | |
| $\theta = \frac{V_r}{Q}$ | V_r | Thể tích bể aeroten; |
| $\theta_c = \frac{V_r X}{Q_w X_r + Q_c X_c}$ | Q_w | Lưu lượng bùn tuần hoàn; |
| | θ_c | Thời gian lưu bùn; |
| $\frac{1}{\theta_c} = -Y \frac{r_{su}}{X} - k_d$ | k_d | Hệ số phân hủy nội bào; |
| | Q_c | Lưu lượng ra khỏi bể lắng II; |
| | X_c | Hàm lượng bùn sau lắng II; |
| | X_r | Hàm lượng bùn tuần hoàn; |
| $U = \frac{S_0 - S}{\theta X}$ | U | Tốc độ sử dụng cơ chất riêng; |
| $X = \frac{\theta_c Y (S_0 - S)}{\theta (1 + k_d \theta_c)}$ | | |
| $S = \frac{K_s (1 + \theta_c k_d)}{\theta_c (Yk - k_d) - 1}$ | | |
| $Y_{obs} = \frac{Y}{1 + \theta_c k_d}$ | Y_{obs} | Hệ số sản lượng quan sát được; |
| $P_x = \frac{YQ(S_0 - S)}{(1 + k_d \theta_c)}$ | P_x | Lượng chất rắn dễ bay hơi trong bùn dư, KL/TG; |
| $F/M = S_0/\theta X$ | F/M | Tỉ số cơ chất/vi sinh. |

Chia hai vế phương trình cho X:

$$\frac{kS}{K_s + S} = \frac{S_0 - S}{\theta X} \quad (2-19)$$

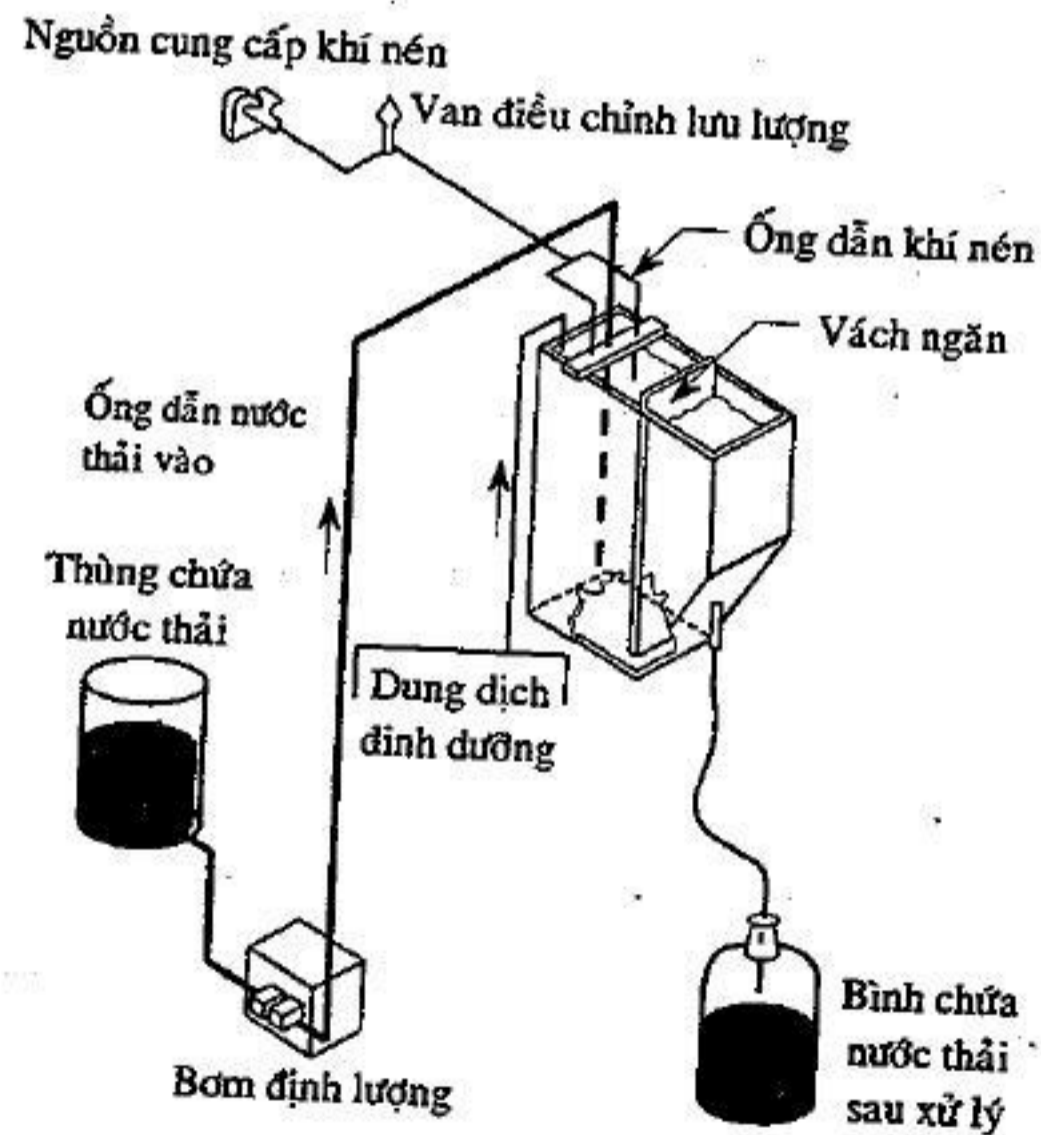
Nghịch đảo của phương trình (2-19):

$$\frac{X\theta}{S_0 - S} = \frac{K_s}{k} \frac{1}{S} + \frac{1}{k} \quad (2-20)$$

Giá trị K_s và k có thể xác định bằng cách vẽ đồ thị $[X\theta/(S_0 - S)]$ theo $(1/S)$.
Giá trị Y và k_d có thể được xác định bằng cách vẽ đồ thị $(1/\theta_c)$ theo (r_{su}/X) :

$$\frac{1}{\theta_c} = -Y \frac{r_{su}}{X} - k_d \quad (2-21)$$

Hệ số góc của đường thẳng đi qua các điểm vẽ từ các số liệu thí nghiệm bằng Y và giao điểm với trục $(1/\theta_c)$ bằng k_d .



HÌNH 2-14.

Mô hình bùn hoạt tính xáo trộn hoàn toàn có dòng chảy liên tục và có tuần hoàn bùn quy mô phòng thí nghiệm để xác định các thông số động học.

Ví dụ 2-5. Xác định các thông số động học của quá trình bùn hoạt tính

Kết quả thí nghiệm xác định các thông số động học cho nước thải sinh hoạt của một đô thị A được trình bày ở Bảng 2-8. Thể tích ngăn thời khí là 10 lít. Nước thải bơm vào mô hình với lưu lượng 34,31 L/ngày, tương ứng với thời gian lưu nước 7 giờ cho tất cả 4 đợt thí nghiệm có hàm lượng bùn hoạt tính khác nhau. Bùn thải được lấy ra một lần trong ngày. Xác định các thông số động học Y , k_d , k và K_s .

BẢNG 2-8.

Kết quả thu được từ thí nghiệm xác định các thông số động học cho quá trình bùn hoạt tính

| Đợt | Q (L/s) | S_0 (mg/L) | Q_w (L/d) | X (mg/L) | S_c (mg/L) | X_c (mg/L) |
|-----|------------|-----------------|----------------|-------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 34,3 | 126 | 0,25 | 1730 | 5,2 | 9,4 |
| 2 | 34,3 | 126 | 0,35 | 1500 | 7,3 | 8,0 |
| 3 | 34,3 | 126 | 0,80 | 968 | 10,5 | 8,4 |
| 4 | 34,3 | 126 | 0,90 | 848 | 11,5 | 7,9 |

Giải:

Sử dụng hai phương trình sau để tìm các thông số động học (Y , k_d , k và K_s) từ số liệu thí nghiệm thu được:

$$\frac{1}{U} = \frac{X\theta}{S_0 - S} = \frac{K_s}{k} \frac{1}{S} + \frac{1}{k}$$

$$\frac{1}{\theta_c} = -Y \frac{r_{su}}{X} - k_d$$

Hai phương trình trên có dạng phương trình đường thẳng $y = ax + b$. Các biến số và thông số của 2 phương trình trên có thể trình bày như sau:

| Phương trình | y | x | a | b |
|---|--------------|-------|---------|--------|
| $\frac{1}{U} = \frac{K_s}{k} \frac{1}{S} + \frac{1}{k}$ | $1/U$ | $1/S$ | K_s/k | $1/k$ |
| $\frac{1}{\theta_c} = YU - k_d$ | $1/\theta_c$ | U | Y | $-k_d$ |

Tính toán các giá trị x, y cho đợt thí nghiệm 1:

$$\theta_c = \frac{V_r X}{Q_w X_r + Q_e X_c}$$

$$\theta_c = \frac{10l \times 1730 \text{ mg/l}}{0,25 \text{ l/ngày} \times 1730 \text{ mg/l} + (34,3 \text{ l/ngày} - 0,25 \text{ l/ngày}) \times 9,4 \text{ mg/l}} = 23 \text{ ngày}$$

Tốc độ sử dụng BOD₅:

$$U = \frac{S_0 - S}{\theta X} = \frac{126 \text{ mg/l} - 5,2 \text{ mg/l}}{7 \text{ ngày} \times 1730 \text{ mg/l}} = 0,24 \text{ ngày}^{-1}$$

Các giá trị tính toán x, y để vẽ biểu đồ:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,24 \text{ ngày}^{-1}} = 4,2 \text{ ngày}^{-1}$$

$$\frac{1}{\theta_c} = \frac{1}{23 \text{ ngày}} = 0,043 \text{ ngày}^{-1}$$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{5,2 \text{ mg/l}} = 0,19 \text{ (mg/l)}^{-1}$$

$$U = 0,24 \text{ ngày}^{-1}$$

Các số liệu tính toán để vẽ biểu đồ cho 4 đợt thí nghiệm:

BẢNG 2-9.

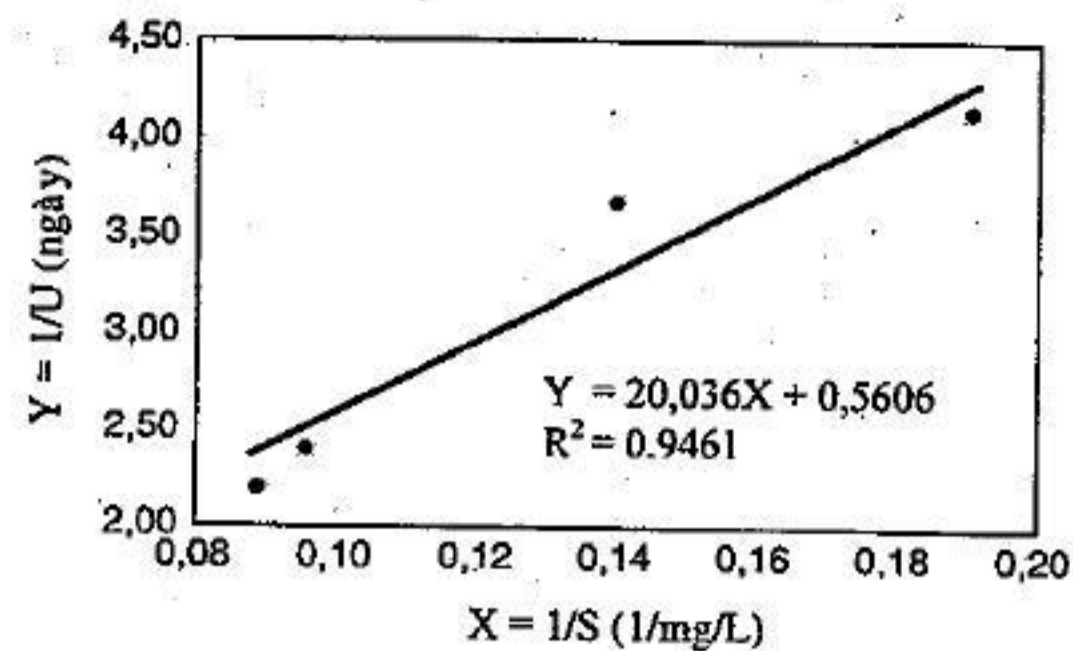
Số liệu tính toán cho thí nghiệm xác định các thông số động học

| Đợt 1 | y = 1/U (ngày) | x = 1/S (mg/L) ⁻¹ | y = 1/θ _c (ngày ⁻¹) | x = U (ngày ⁻¹) |
|-------|-------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|
| 1 | 4,2 | 0,190 | 0,043 | 0,24 |
| 2 | 3,7 | 0,140 | 0,053 | 0,27 |
| 3 | 2,4 | 0,095 | 0,110 | 0,41 |
| 4 | 2,2 | 0,087 | 0,120 | 0,46 |

Dựa vào các số liệu bảng trên có thể tìm các thông số động học học bằng phương pháp biểu đồ hoặc phương pháp phân tích hồi qui tuyến tính (regession) trên các chương trình mềm Worksheet như: Excel, Lotus, Quattro...

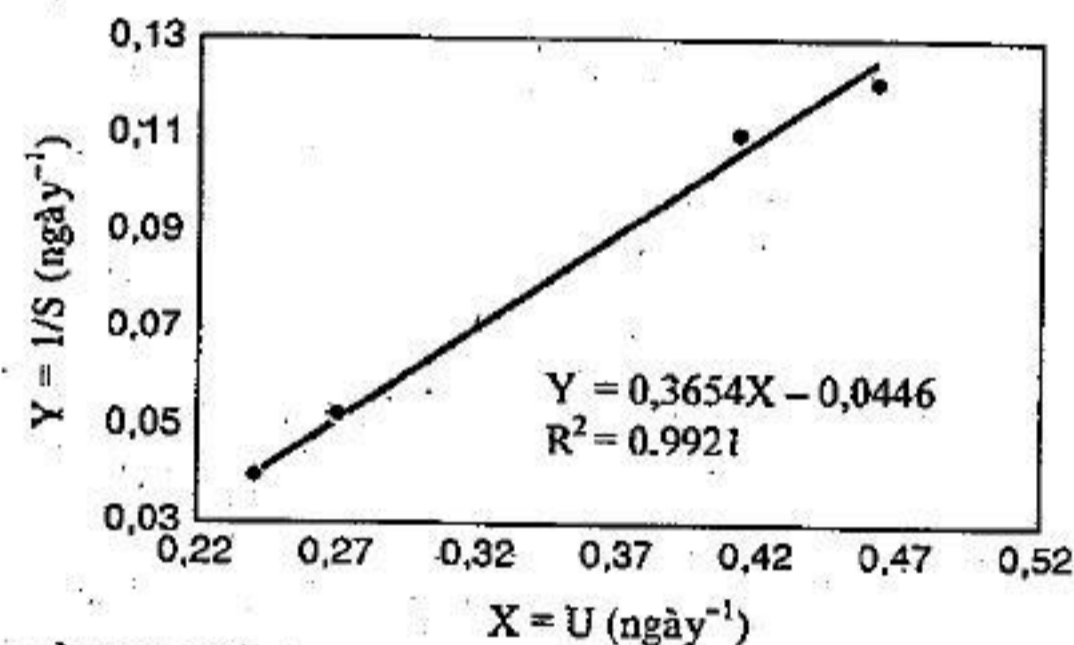
Từ Hình 2-15 hoặc thông số a, b của phương trình hồi qui, tìm được giá trị Y, k_d. Từ độ dốc đường thẳng tìm được hệ số sản lượng tế bào Y = 0,362 mgVSS/mg. Từ giao tuyến đường thẳng với trục y tìm được hệ số phân hủy nội bào k_d = 0,043 ngày⁻¹.

Tương tự ở Hình 2-16 hoặc thông số a, b của phương trình hồi qui xác định giá trị k và k_d. Giao tuyến đường thẳng với trục y và b là 1/k = 0,5605 ⇒ k = 1,8 ngày⁻¹. Độ dốc đường thẳng a là K_s/k = 20,04 ⇒ K_s = 20,04 · 1,8 ngày⁻¹ = 36 mg/L.



HÌNH 2-15.

Sự biến thiên của 1/U theo 1/S.



HÌNH 2-16.

Sự biến thiên của 1/S theo U.

2.6. QUÁ TRÌNH SINH HỌC KỊ KHÍ

2.6.1. Tổng quan

Quá trình phân hủy kị khí là quá trình phân hủy sinh học chất hữu cơ trong điều kiện không có oxy. Phân hủy kị khí có thể chia làm 6 quá trình:

1. Thủy phân polymer:

- Thủy phân các protein;
- Thủy phân polysaccharide;
- Thủy phân chất béo;

2. Lên men các amino acid và đường;
3. Phân hủy kỵ khí các acid béo mạch dài và rượu (alcohols);
4. Phân hủy kỵ khí các acid béo dễ bay hơi (ngoại trừ acid acetic);
5. Hình thành khí methane từ acid acetic;
6. Hình thành khí methane từ hydrogen và CO₂.

Các quá trình này có thể hợp thành 4 giai đoạn, xảy ra đồng thời trong quá trình phân hủy kỵ khí chất hữu cơ:

Thủy Phân:

Trong giai đoạn này, dưới tác dụng của enzyme do vi khuẩn tiết ra, các phức chất và chất không tan (như polysaccharides, proteins, lipids) chuyển hóa thành các phức đơn giản hơn hoặc chất hòa tan (như đường, các amino acid, acid béo).

Quá trình này xảy ra chậm. Tốc độ thủy phân phụ thuộc vào pH, kích thước hạt và đặc tính dễ phân hủy của cơ chất. Chất béo thủy phân rất chậm.

Acid hóa:

Trong giai đoạn này, vi khuẩn lên men chuyển hóa các chất hòa tan thành chất đơn giản như acid béo dễ bay hơi, alcohols, acid lactic, methanol, CO₂, H₂, NH₃, H₂S và sinh khối mới. Sự hình thành các acid có thể làm pH giảm xuống 4,0.

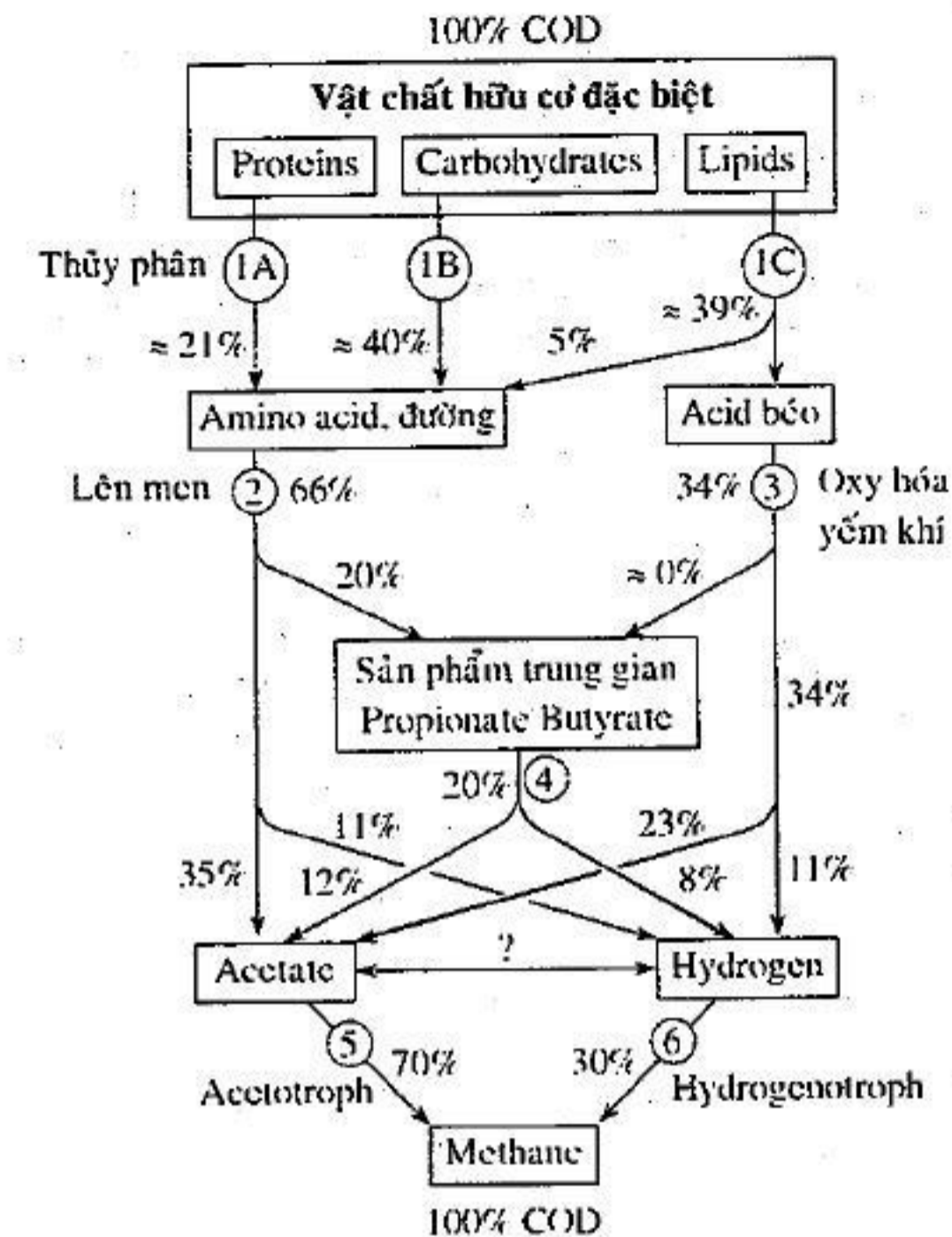
Acetic hóa (Acetogenesis)

Vi khuẩn Acetic chuyển hóa các sản phẩm của giai đoạn acid hóa thành acetate, H₂, CO₂ và sinh khối mới.

Mêtan hóa (Methanogenesis)

Đây là giai đoạn cuối của quá trình phân hủy kỵ khí. Acid acetic, H₂, CO₂, acid formic và methanol chuyển hóa thành methane, CO₂ và sinh khối mới.

Trong 3 giai đoạn thủy phân, acid hóa và acetic hóa, COD trong dung dịch hầu như không giảm. COD chỉ giảm trong giai đoạn methane hóa.



HÌNH 2-17.

Sự biến đổi các dòng vật chất trong quá trình phân hủy kỵ khí.

Ngược với quá trình hiếu khí, trong xử lý nước thải bằng phân hủy kỵ khí, tải trọng tối đa không bị hạn chế bởi chất phản ứng như oxy. Nhưng trong công nghệ xử lý kỵ khí, cần lưu ý đến 2 yếu tố quan trọng:

- 1) Duy trì sinh khối vi khuẩn càng nhiều càng tốt;
- 2) Tạo tiếp xúc đủ giữa nước thải với sinh khối vi khuẩn.

Khi hai yếu tố trên đáp ứng, công trình xử lý kỵ khí có thể áp dụng tải trọng rất cao.

2.6.2. Động học quá trình kỵ khí

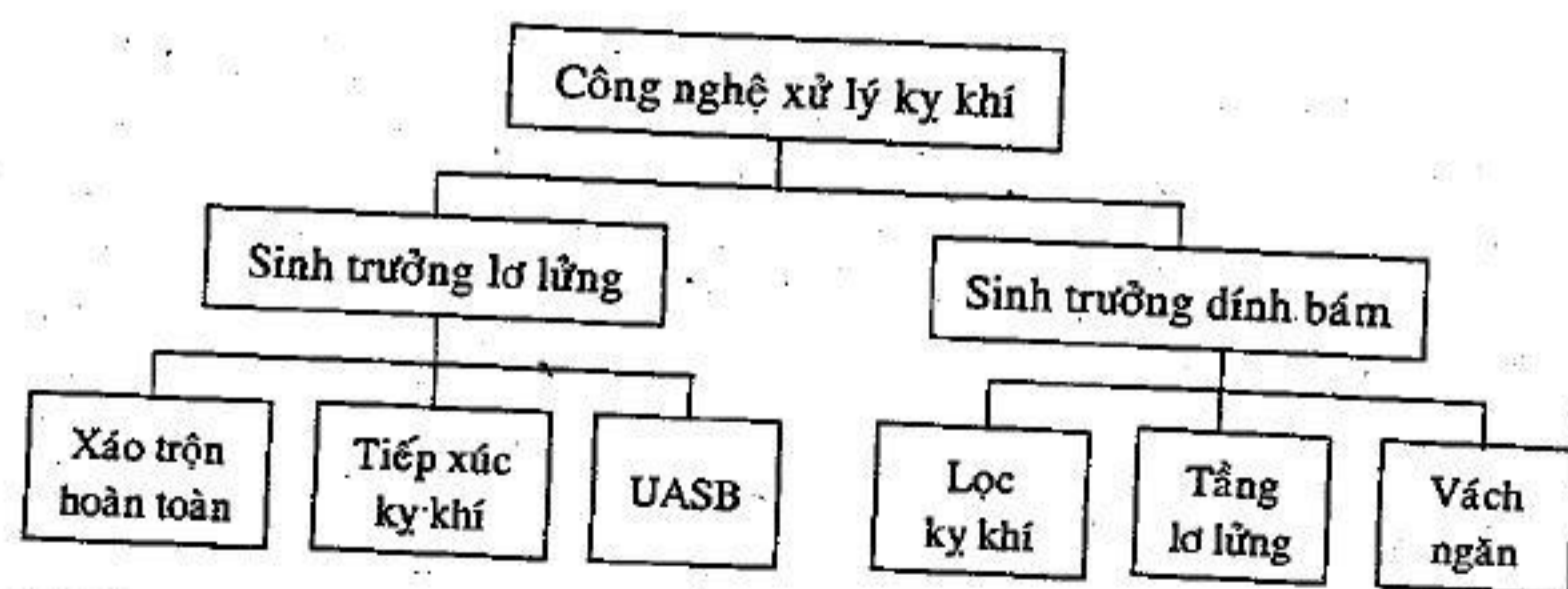
Tương tự quá trình xử lý hiếu khí, động học quá trình giữ vai trò chủ đạo trong phát triển và vận hành hệ thống xử lý kỵ khí nước thải. Dựa vào kiến thức hóa sinh và vi sinh của quá trình kỵ khí, động học cung cấp cơ sở hợp lý để phân tích kiểm soát và thiết kế quá trình. Mặt khác, động học cũng liên quan đến các yếu tố về môi trường, vận hành ảnh hưởng đến tốc độ phân hủy hoặc sử dụng chất thải. Nếu có kiến thức về động học quá trình sẽ thực hiện hệ thống xử lý một cách tối ưu hơn, vận hành ổn định và kiểm soát quá trình tốt hơn.

Quá trình xử lý sinh học kỵ khí được mô tả bằng các công thức toán học dựa trên lý thuyết quá trình nuôi cấy vi sinh liên tục. Động học sinh trưởng vi sinh căn cứ vào hai mối quan hệ cơ bản: tốc độ sinh trưởng và tốc độ sử dụng cơ chất. Nhiều mô hình toán học khác nhau (như *Monod*, *Moser*, *Contois*, *Graus*,...) thể hiện sự ảnh hưởng hàm lượng cơ chất giới hạn sinh trưởng đối với tốc độ sinh trưởng của vi sinh (Bảng 2-10).

2.6.3. Các công nghệ xử lý kỵ khí

Hình 2-18 và 2-19 thể hiện một số dạng công nghệ xử lý sinh học kỵ khí đã ứng dụng rộng rãi với qui mô lớn (*full-scale*).

Trong phần này, sẽ lần lượt giới thiệu quá trình phân hủy kỵ khí xáo trộn hoàn toàn, tiếp xúc kỵ khí, lọc kỵ khí (kỵ khí bám dính ngược dòng), kỵ khí bám dính xuôi dòng, tầng giá thể lơ lửng.



HÌNH 2-18.

Một số dạng quá trình kỵ khí đã được ứng dụng rộng rãi trong thực tế.

BẢNG 2-10.

Các phương trình động học sử dụng cho quá trình xử lý kỵ khí

Bậc nhất

$$\mu = \frac{kS}{S_0 - S} - k_d \quad -\frac{dS}{dt} = kS \quad S = \frac{S_0}{1 + k\theta_c}$$

Grau và cộng sự

$$\mu = \frac{\mu_m S}{S_0} - k_d \quad -\frac{dS}{dt} = \frac{\mu_m XS}{YS_0} \quad S = \frac{S_0(1 + k_d\theta_c)}{\mu_m\theta_c}$$

Monod

$$\mu = \frac{\mu_m S}{K_s + S} - k_d \quad -\frac{dS}{dt} = \frac{\mu_m XS}{Y(K_s + S)} \quad S = \frac{S_0(1 + k_d\theta_c)}{\theta_c(\mu_m - k_d) - 1}$$

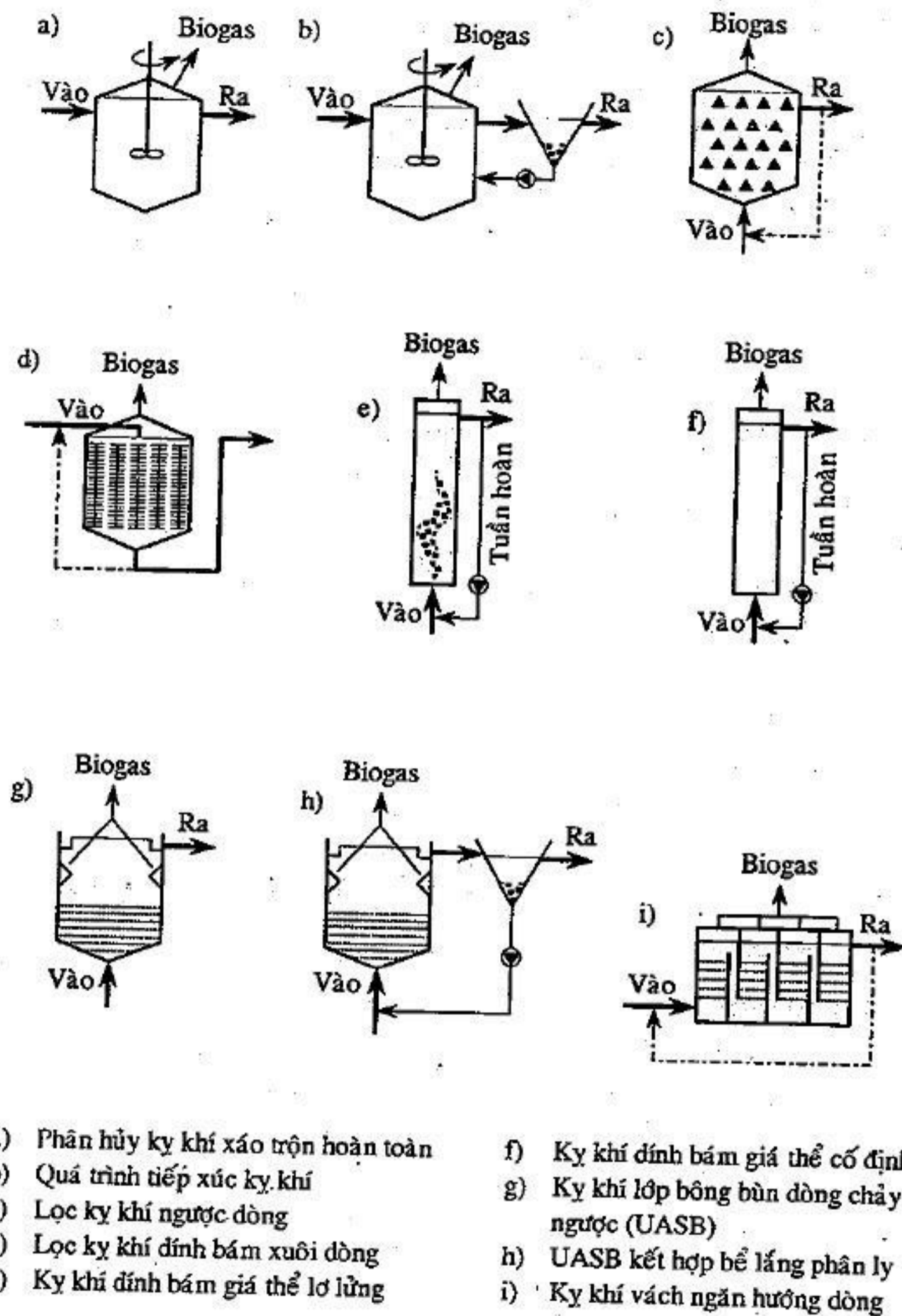
Contois

$$\mu = \frac{\mu_m S}{BX + S} - k_d \quad -\frac{dS}{dt} = \frac{\mu_m XS}{Y(BX + S)} \quad S = \frac{BYS_0(1 + k_d\theta_c)}{BY(1 + k_d\theta_c) + \theta_c(\mu_m - k_d) - 1}$$

Chen & Hashimoto

$$\mu = \frac{\mu_m S}{KS_0 + (1 - K)S} - k_d \quad -\frac{dS}{dt} = \frac{\mu_m XS}{(KX + YS)} \quad S = \frac{KS_0(1 + k_d\theta_c)}{(K - 1)(1 + k_d\theta_c) + \mu_m\theta_c}$$

- Trong đó:
- μ = Tốc độ sinh trưởng riêng, 1/TG;
 - μ_m = Tốc độ sinh trưởng riêng tối đa, 1/TG;
 - S = Hàm lượng cơ chất giới hạn sinh trưởng trong dung dịch, KL/TT;
 - K_s = Hằng số bán vận tốc, hàm lượng cơ chất ở tốc độ sinh trưởng = $\frac{1}{2}\mu_m$, KL/TT;
 - r_g = Tốc độ sinh trưởng của vi khuẩn, KL/TT/TG;
 - Y = Hệ số sản lượng tế bào, mg/mg (tỉ số khối lượng tế bào hình thành/khối lượng cơ chất sử dụng, được xác định trong bất cứ thời gian của pha logarithmic);
 - r_{su} = Tốc độ sử dụng cơ chất, KL/TT/TG;
 - k = Hệ số sử dụng cơ chất tối đa;
 - V_r = Thể tích bể aeroten, TT;
 - θ_c = Thời gian lưu bùn, TG;
 - k_d = Hệ số phân hủy nội bào, 1/TG.



HÌNH 2-19.

Một số dạng mô hình thiết bị xử lý kỵ khí thông dụng.

Quá trình phân hủy kỵ khí xáo trộn hoàn toàn

Bể phân hủy kỵ khí xáo trộn hoàn toàn là bể xáo trộn liên tục, không có tuần hoàn bùn. Bể này thích hợp để xử lý nước thải có hàm lượng chất hữu cơ hòa tan dễ phân hủy nồng độ cao hoặc xử lý bùn hữu cơ. Thiết bị xáo trộn có thể dùng hệ thống cánh khuấy cơ khí hoặc tuần hoàn khí biogas (đòi hỏi có máy nén khí biogas và dàn phân phối khí nén). Trong quá trình phân hủy lượng sinh khối mới sinh ra và phân bố đều trong toàn bộ thể tích bể. Hàm lượng chất lơ lửng ở dòng ra phụ thuộc vào thành phần nước thải vào và yêu cầu xử lý. Do bể phân hủy kỵ khí xáo trộn hoàn toàn không có biện pháp nào để lưu giữ sinh khối bùn, nên thời gian lưu sinh khối chính là thời gian lưu nước. Thời gian lưu bùn trong phân hủy kỵ khí thông thường từ 12 ÷ 30 ngày. Như vậy thể tích bể xáo trộn hoàn toàn đòi hỏi lớn hơn nhiều so với các công nghệ xử lý kỵ khí khác.

Do hàm lượng sinh khối trong bể thấp và thời gian lưu nước lớn, bể kỵ khí xáo trộn hoàn toàn có thể chịu đựng tốt trong trường hợp có độc tố hoặc khi tải trọng tăng đột ngột. Tải trọng đặc trưng cho bể này là 0,5÷6,0 kgVS/m³.ngày.

Quá trình tiếp xúc kỵ khí

Quá trình tiếp xúc kỵ khí tương tự hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí gồm hai giai đoạn: (1) phân hủy kỵ khí xáo trộn hoàn toàn; (2) lắng hoặc tuyển nổi tách riêng phần cặn sinh học và nước thải sau xử lý. Bùn sinh học sau khi tách được tuần hoàn trở lại bể phân hủy kỵ khí. Do lượng sinh khối của quá trình có thể kiểm soát được, không phụ thuộc vào lưu lượng nước thải, vì vậy thời gian lưu bùn cũng có thể khống chế được và không liên quan đến thời gian lưu nước. Người thiết kế quá trình có thể chọn thời gian lưu bùn thích hợp cho phát triển sinh khối, khi đó có thể tăng tải trọng, giảm thời gian lưu nước, khối tích công trình giảm dẫn đến chi phí đầu tư kinh tế hơn. Hàm lượng VSS trong bể tiếp xúc kỵ khí dao động trong khoảng 4 000÷6 000 mg/L.

Hệ thống tiếp xúc kỵ khí sử dụng lắng trọng lực phụ thuộc nhiều vào tính chất bông bùn kỵ khí. Các bọt khí biogas sinh ra trong quá trình phân hủy kỵ khí thường bám dính vào các hạt bùn làm giảm tính lắng của bùn. Vì vậy để tăng cường khả năng lắng của bông bùn, trước khi lắng, hỗn hợp nước và bùn đi qua bộ phận tách khí như thùng quạt gió, khuấy cơ khí hoặc tách khí chân không và có thể thêm chất keo tụ đẩy nhanh quá trình tạo bông. Các hệ thống

tiếp xúc kỵ khí có thể hoạt động tốt ở tải trọng hữu cơ từ 0,5 đến 10 kgCOD/m³/ngày với thời gian lưu nước từ 12h cho đến 5 ngày.

Lọc kỵ khí (Giá thể cố định dòng chảy ngược dòng)

Bể lọc kỵ khí là cột chứa đầy vật liệu rắn lơ lửng là giá thể cố định cho vi sinh vật kỵ khí sống bám trên bề mặt. Giá thể đó có thể là đá, sỏi, than, vòng nhựa tổng hợp, tấm nhựa, vòng sứ... Dòng nước thải phân bố đều, đi từ dưới lên, tiếp xúc với màng vi sinh bám dính trên bề mặt giá thể. Do khả năng bám dính tốt của màng vi sinh dẫn đến lượng sinh khối trong bể tăng lên và thời gian lưu bùn kéo dài. Vì vậy thời gian lưu nước nhỏ, có thể vận hành ở tải trọng rất cao. Lọc kỵ khí sử dụng giá thể là đá hoặc sỏi thường bị bít tắc do các chất lơ lửng hoặc màng vi sinh không bám dính giữ lại ở khe rỗng giữa các viên đá hoặc sỏi. Giá thể là vật liệu nhựa tổng hợp có cấu trúc thoáng, độ rỗng cao (95%) nên vi sinh dễ bám dính và chúng thường được thay thế dần cho đá, sỏi. Tỷ lệ riêng diện tích bề mặt/thể tích của vật liệu thông thường dao động trong khoảng 100 ÷ 220m²/m³.

Trong bể lọc kỵ khí do dòng chảy quanh co đồng thời do tích lũy sinh khối, vì vậy rất dễ gây ra các vùng chết và dòng chảy ngắn. Để khắc phục nhược điểm này, có thể bố trí thêm hệ thống xáo trộn bằng khí biogas sinh ra thông qua hệ thống phân phối khí đặt dưới lớp vật liệu và máy nén khí biogas.

Sau thời gian dài vận hành, các chất rắn không bám dính gia tăng trong bể. Điều này có thể nhận thấy được khi hàm lượng SS đầu ra tăng, hiệu quả xử lý giảm do thời gian lưu nước thực tế trong bể bị rút ngắn. Chất rắn không bám dính có thể lấy ra khỏi bể bằng cách xả đáy và rửa ngược.

Quá trình kỵ khí bám dính xuôi dòng

Trong quá trình này nước thải vào chảy từ trên xuống qua lớp giá thể module. Giá thể này tạo nên các dòng chảy nhỏ tương đối thẳng theo hướng từ trên xuống. Đường kính dòng chảy nhỏ có đường kính xấp xỉ 4cm. Với cấu trúc này tránh được hiện tượng bít tắc và tích lũy chất rắn không bám dính và thích hợp cho xử lý nước thải có hàm lượng SS cao.

Quá trình kỵ khí tăng giá thể lơ lửng

Trong quá trình này, nước thải được bơm từ dưới lên qua lớp vật liệu hạt là giá thể cho vi sinh sống bám. Vật liệu hạt này có đường kính nhỏ, vì vậy tỷ lệ diện tích bề mặt/thể tích rất lớn (cát, than hoạt tính hạt,...) tạo sinh khối bám dính lớn. Dòng ra được tuần hoàn trở lại để tạo vận tốc nước đi lên đủ lớn cho lớp vật liệu hạt ở dạng lơ lửng, giãn nở khoảng 15 ÷ 30% hoặc lớn hơn. Hàm lượng sinh khối trong bể có thể lên đến 10 000 ÷ 40 000 mg/L. Do lượng sinh khối lớn và thời gian lưu nước nhỏ, quá trình này có thể ứng dụng xử lý nước thải có nồng độ chất hữu cơ thấp như nước thải sinh hoạt.

2.6.4. Thí nghiệm xác định độ hoạt tính mêtan lớn nhất của bùn

Mục đích

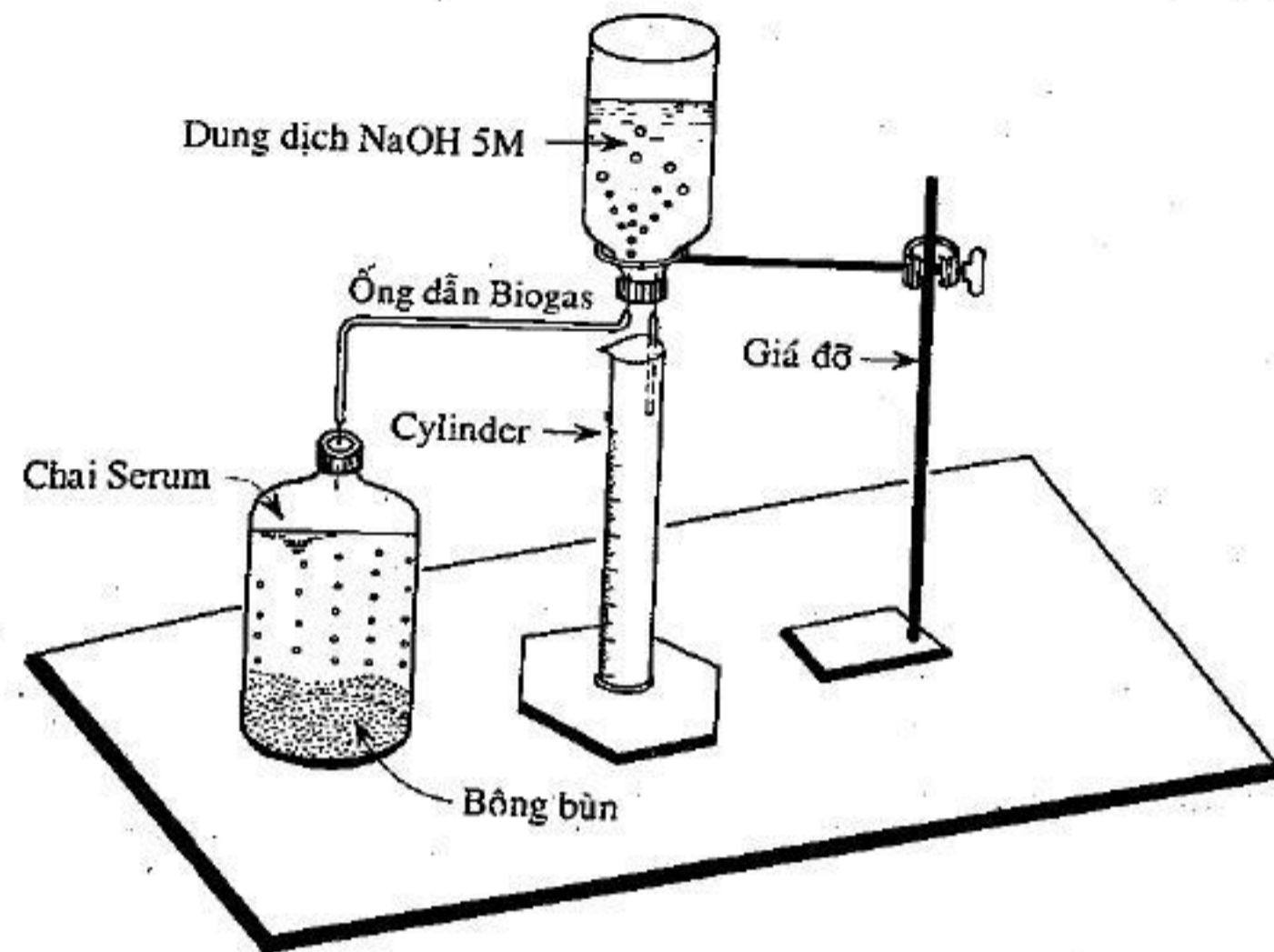
Thí nghiệm này nhằm xác định sản lượng khí mêtan lớn nhất sinh ra từ bùn thí nghiệm, từ đó có thể đánh giá được tải trọng hữu cơ lớn nhất của bùn.

Mô hình

Mô hình thí nghiệm có thể ở qui mô thể tích 1lít hoặc 5lít. Hình 2-20 và 2-21 lần lượt giới thiệu mô hình thí nghiệm qui mô 1 lít và 5 lít.

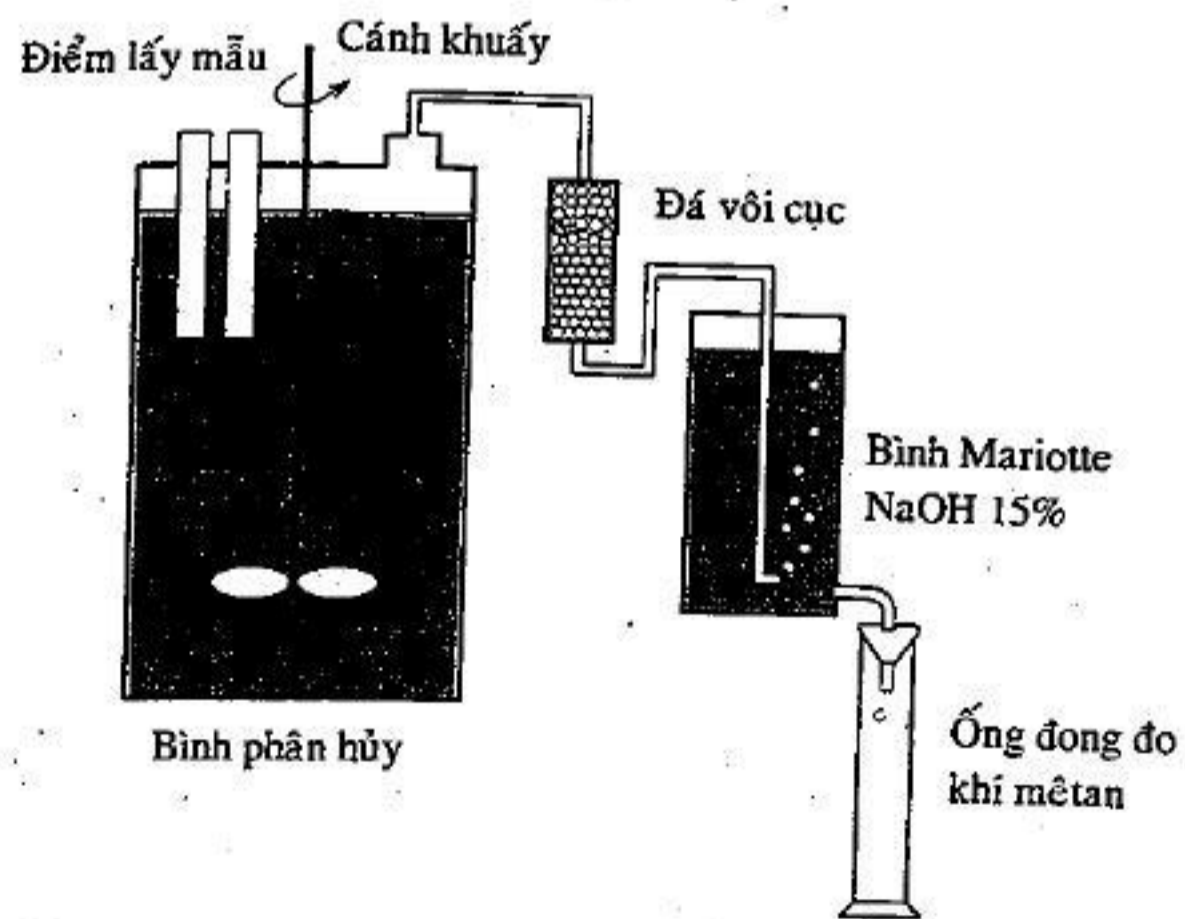
Mô hình 1 lít có thể dùng chai serum kín khí. Bình phản ứng được lắc đều hoặc khuấy trộn liên tục bằng cánh khuấy từ. Khi khuấy trộn ngắt quãng, tần số *chạy-ngỉ* nhỏ nhất là 6 giây khuấy trộn nghỉ 3 phút. Khí biogas sinh ra đi qua kim tiêm theo ống dẫn vào chai serum thứ II treo ngược chứa dung dịch NaOH 1,5%. Lượng khí sinh ra sẽ chiếm chỗ trong chai serum II và đẩy lượng dung dịch NaOH tương ứng với thể tích chiếm chỗ xuống cylinder bên dưới. Lượng khí sinh ra chính là thể tích dung dịch thu được trong cylinder (hoặc có thể cân để xác định thể tích).

Mô hình 5 lít đòi hỏi phải lắp đặt cánh khuấy và có ống lấy mẫu. Đầu ống lấy mẫu phải ngập sâu dưới mặt nước. Khí sinh ra đi qua ống chứa vôi cục, sau đó vào bình Mariotte (kín khí) chứa dung dịch NaOH 1,5%. Lượng khí sinh ra chiếm chỗ trong bình Mariotte và đẩy lượng dung dịch tương ứng với thể tích chiếm chỗ xuống cylinder đặt bên dưới. Có thể thay thế bình Mariotte bằng đồng hồ đo thể tích khí.



HÌNH 2-20.

Mô hình xác định độ hoạt tính bùn dung tích 1L.



HÌNH 2-21.

Mô hình xác định độ hoạt tính bùn dung tích 5L.

Bình phản ứng và thiết bị đo khí nên đặt nơi có nhiệt độ ổn định, thích hợp ở 30°C. Hàm lượng bùn trong thí nghiệm nên nhỏ, khoảng 0,5 ÷ 2,0g/L đối với bùn hạt và không nên vượt quá 3g/L đối với các loại bùn khác. Khi bùn có hoạt tính quá thấp, nồng độ bùn có thể tăng lên 5g/L.

Trong thí nghiệm, nên cho vào bình phản ứng đầy đủ các chất khoáng, chất dinh dưỡng, men (yeast) cần cho sự phát triển của vi sinh vật. Đồng thời cho thêm 1mg/L NaHCO₃ để cung cấp đủ tính đệm.

Nội dung thí nghiệm

Cho dung dịch dinh dưỡng, chất khoáng, men và cơ chất (dung dịch VFA) vào bình phản ứng. Sục khí nitrogen vào dung dịch khoảng 5 phút. Sau đó cho bùn vào và tiếp tục sục khí nitrogen vào dung dịch khoảng 3 phút. Tiếp theo cho 1mL/L dung dịch sulfide và nối bình phản ứng với hệ thống đo khí.

Theo dõi khí sinh ra trong 4 ngày. Vào ngày thứ năm, nếu khí chưa sinh ra, tiếp tục chờ thêm 3 ngày nữa. Khí sẽ sinh ra trong thời gian này. Ngược lại nếu không thấy khí sinh ra cần xem lại thiết bị, có thể bị rò rỉ.

Kết thúc thí nghiệm, lấy toàn bộ bùn trong chai hoặc bể phản ứng xác định VSS. Nếu không thể làm cách trên, có thể lấy mẫu xác định lượng bùn. Để đảm bảo độ chính xác, cần lấy mẫu và xác định VSS tối thiểu 3 lần.

Tính toán

Từ đường cong sản lượng khí tích lũy, có thể tính được độ hoạt tính mêtan lớn nhất. Trước hết vẽ và tính hệ số góc của phần đường cong dốc nhất (P mL khí sinh học/giờ). Khi kết thúc thí nghiệm (trong khoảng 4 ngày) xác định nồng độ chất rắn chứa trong bình (Q g/L). Vì khí sinh học sinh ra do phân hủy dung dịch sodium acetate chứa hơn 95% khí mêtan, nên có thể giả sử rằng tất cả khí biogas sinh ra đều là khí mêtan. Như vậy, độ hoạt tính methanogenic của bùn là:

$$A = 24 \times P/Q \text{ (ml mêtan/gam bùn.ngày)}$$

Khí mêtan có thể được chuyển đổi thành mêtan - COD hoặc ngược lại. Các hệ số chuyển đổi được trình bày trong Bảng 2-11.

BẢNG 2-11.

Hệ số chuyển hóa COD thành khí mêtan

| Nhiệt độ (°C) | Lượng khí CH ₄ (mL) | Nhiệt độ (°C) | Lượng khí CH ₄ (mL) |
|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|
| 10 | 367 | 30 | 405,4 |
| 15 | 376 | 32,5 | 412 |
| 20 | 385 | 35 | 418 |
| 22,5 | 389 | 40 | 433 |
| 25 | 394 | 45 | 450 |
| 27,5 | 400 | 50 | 471 |

Chú thích:

Giá trị trong Bảng 2-11 cho lượng khí mêtan tương đương với 1 gam COD ở áp suất 1atm. Giá trị trong Bảng được tính toán theo phương trình:

$$f = \frac{227+T}{273} \times \frac{760}{760-p} \times 350$$

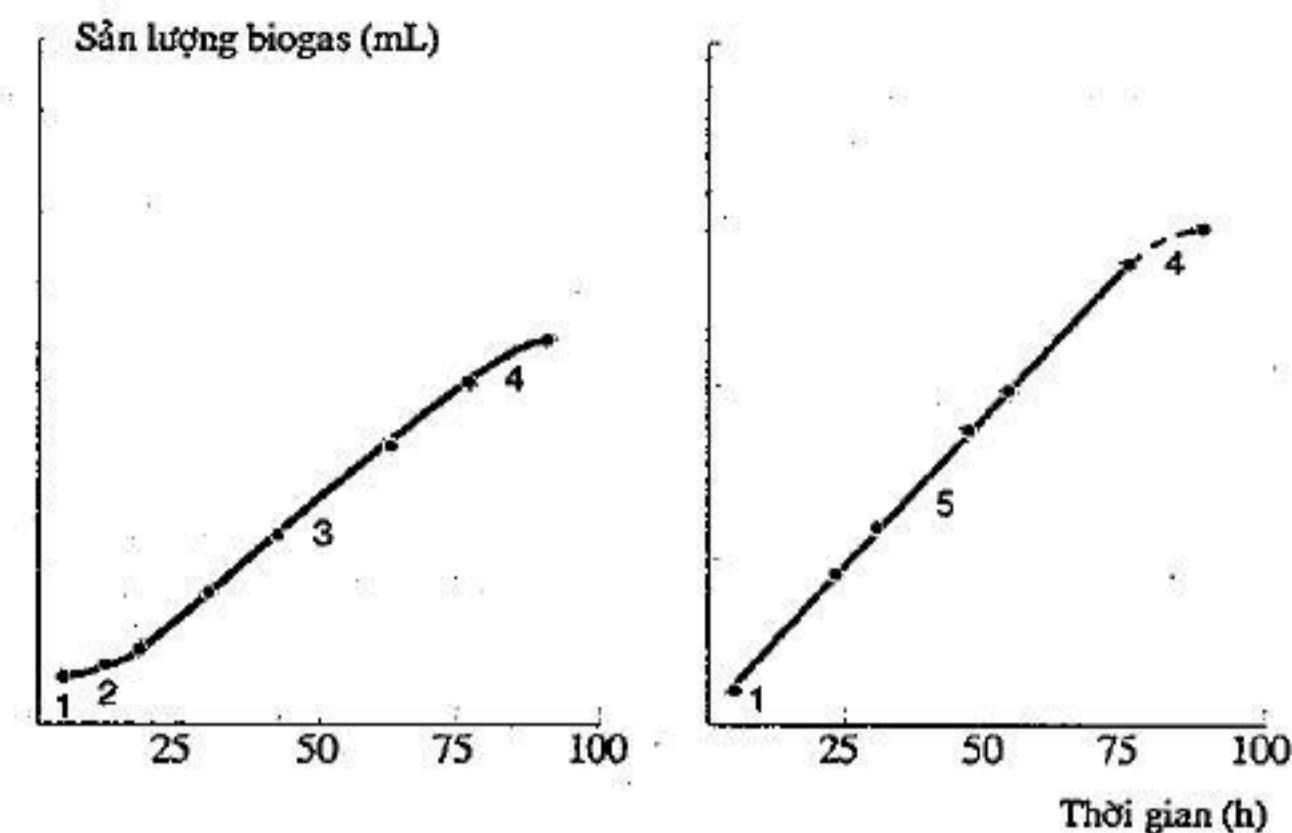
Khi thí nghiệm tiến hành trên mực nước biển, có thể thêm hệ số hiệu chỉnh:

$$f = \frac{760}{p}$$

Trong đó: p là áp suất trung bình (mmHg).

Hình 2-22 trình bày thí dụ về thí nghiệm xác định độ hoạt tính methanogenic lớn nhất của bùn.

Thường có một vài "sản phẩm khí sinh học" ở giai đoạn đầu của thí nghiệm (1), có thể do nhiệt sinh ra trong bình phản ứng. Ở pha Lag (2) hoàn toàn không sinh ra khí, pha Lag kéo dài trong 3 ngày. Sản lượng khí sinh học hay khí mêtan sinh ra lớn nhất được tính từ phần dốc nhất của đường cong (3). Khi cơ chất gần cạn, sản lượng khí mêtan sẽ giảm (4). Ở thí nghiệm lần II với cùng loại bùn (sau khi đã thêm acetate mới), sản lượng khí mêtan sinh ra có thể tăng hơn 30% (5). Nếu sự gia tăng sản lượng khí mêtan sinh ra lớn nhất lớn hơn 30%, thì có thể giả sử rằng sự gia tăng này không là kết quả của sự sinh trưởng, mà là sự thích nghi của vi khuẩn. Trong trường hợp này, giá trị của thí nghiệm lần II được dùng để tính độ hoạt tính mêtan lớn nhất.



HÌNH 2-22

Thí dụ về đồ thị sản lượng khí methane hay khí sinh học trong thí nghiệm xác định độ hoạt tính của methane.

Đoạn (1): Ở thời điểm bắt đầu thí nghiệm có lượng nhỏ khí sinh ra, do kết quả nóng lên của khối chất lỏng trong bình phản ứng.

Đoạn (2): Trong vài ngày đầu (2 hoặc 3 ngày), lượng khí sinh ra rất ít hoặc không sinh ra. Giai đoạn này là giai đoạn thích nghi của vi khuẩn trong bùn (*lag-phase*).

Đoạn (3): Tốc độ sản sinh khí mêtan đạt giá trị tối đa. Hoạt tính mêtan tối đa của bùn được tính từ độ dốc của đoạn đường cong này.

Đoạn (4): Cơ chất trong giai đoạn này được tiêu thụ gần cạn, tốc độ sản sinh khí mêtan giảm.

Trong thí nghiệm thứ II với lượng bùn tương tự (sau khi thêm dung dịch VFA mới), tốc độ sản sinh khí mêtan có thể cao hơn 30%. Sự gia tăng sản lượng khí trong thí nghiệm lần II này có thể giải thích là do sự thích nghi của vi sinh vật, không phải do sinh khối tăng hơn trong thí nghiệm I. Trong trường hợp này, độ hoạt tính mêtan của bùn được tính toán theo đoạn đường cong (5) của thí nghiệm lần II.

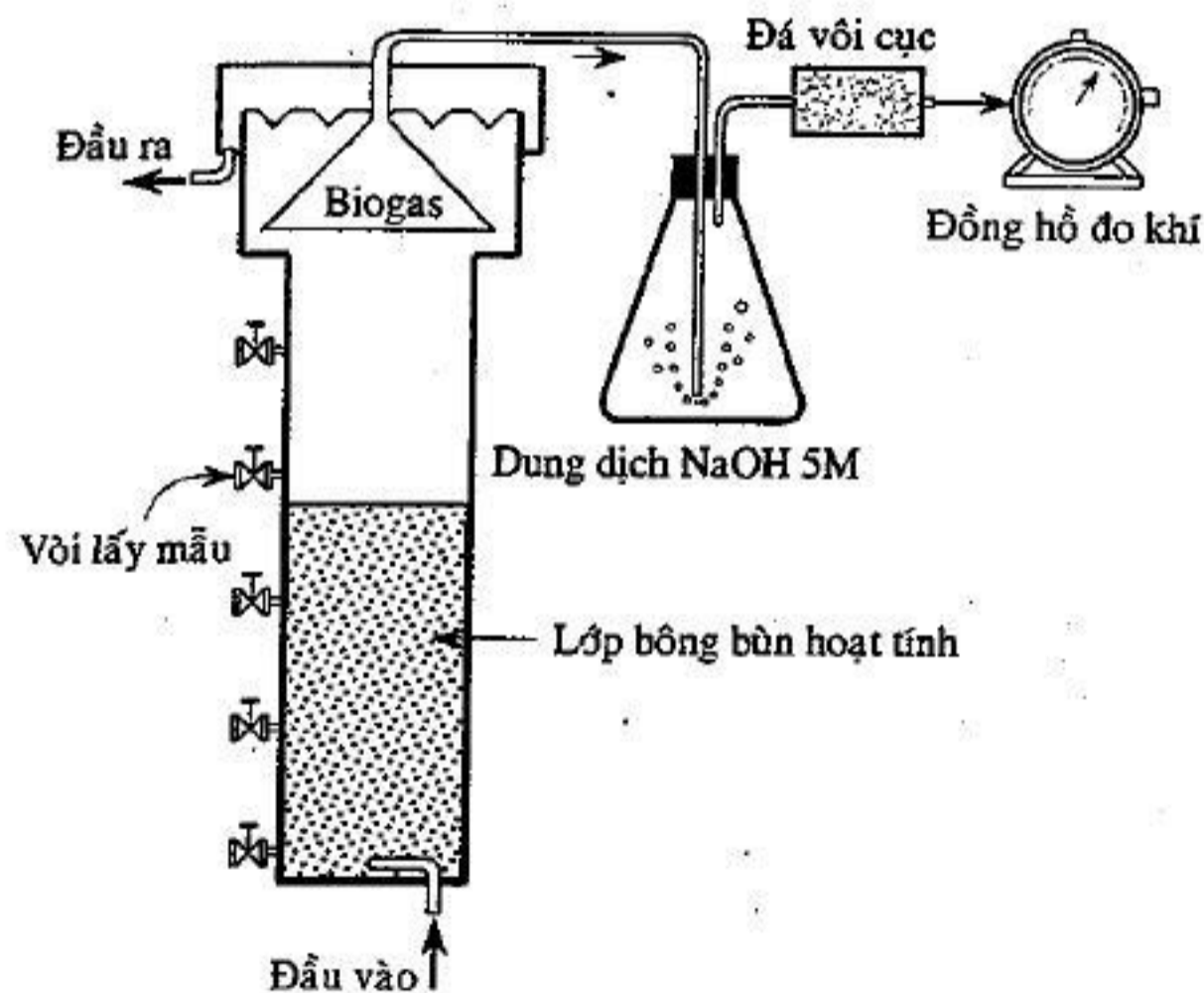
Để đánh giá khả năng phân hủy của bùn thí nghiệm cho loại nước thải nào đó; có thể thay thế dung dịch VFA bằng nước thải. Lượng nước thải cho vào sao cho COD trong dung dịch nên nhỏ hơn 5000 mg/L. Ngoài việc xác định lượng khí sinh ra, cần xác định thêm COD của dung dịch đã được để lắng bùn mỗi ngày.

2.6.5. Ứng dụng quá trình xử lý kỵ khí UASB

Mô hình UASB

UASB – bể xử lý sinh học kỵ khí dòng chảy ngược qua lớp bùn (*Upflow anaerobic sludge blanket*) đã được phát triển mạnh ở Hà Lan và một số nước. Mô hình bể UASB trong phòng thí nghiệm thể hiện ở Hình 2-23.

Mô hình là cột hình trụ tròn gồm hai phần: phần phân hủy và phần lắng. Nước thải phân phối vào từ đáy bể và đi ngược lên qua lớp bùn sinh học có mật độ vi khuẩn cao.



HÌNH 2-23.

Mô hình thí nghiệm UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*).

Khí sinh ra trong quá trình phân hủy kỵ khí được thu vào phễu tách khí lắp đặt phía trên. Để thu khí tập trung vào phễu không vào ngăn lắng, cần thiết có tấm hướng dòng. Trong bộ phận *tách khí*, diện tích bề mặt nước phải đủ lớn để các hạt bùn nổi do dính bám vào các bọt khí biogas tách khỏi bọt khí. Để tạo bề mặt rộng cần thiết cần có *cột chặn nước* (hoặc *cột tạo áp*) như hình vẽ. Chiều cao cột nước trong cột tạo áp được điều chỉnh sao cho áp lực vừa đủ để hình thành mặt thoáng đủ rộng trong bộ phận tách khí.

Đọc theo chiều cao cột mô hình có các vòi lấy mẫu (4 ÷ 6 vòi) để đánh giá lượng bùn trong bể thông qua thí nghiệm xác định mật độ bùn.

UASB hoạt động tốt khi các nguyên tắc sau đạt được:

- Bùn kỵ khí có tính lắng tốt;
- Có *bộ phận tách khí - rắn* nhằm tránh rửa trôi bùn khỏi bể. Phần lắng phía trên có thời gian lưu nước đủ lớn, phân phối và thu nước hợp lý sẽ hạn chế dòng chảy rối. Khi đó hạt bùn đã tách khí đến vùng lắng có thể lắng xuống và trở lại ngăn phản ứng.
- Hệ thống phân phối đầu vào đảm bảo sự tiếp xúc tốt giữa nước thải vào và lớp bùn sinh học. Mặt khác khí biogas sinh ra sẽ tăng cường sự xáo trộn giữa nước thải và bùn, vì vậy có thể không cần thiết bị khuấy cơ khí.

2.6.6. Khởi động mô hình UASB

Bùn nuôi cấy ban đầu

Bùn nuôi cấy ban đầu phải có độ hoạt tính metan. Độ hoạt tính metan càng cao thì thời gian khởi động (thời gian vận hành ban đầu đạt đến tải trọng thiết kế) càng ngắn. Nếu sử dụng được bùn hạt hoặc bùn lấy từ một bể xử lý kỵ khí là tốt nhất. Ngoài ra có thể sử dụng bùn chứa nhiều chất hữu cơ như bùn từ bể tự hoại, phân gia súc hoặc phân chuồng.

Bùn ở cống rãnh cũng có thể được sử dụng, nhưng bùn này thường chứa nhiều cát, chiếm thể tích hữu ích của bể và rất khó tách ra khỏi bể. Bảng 2-12 trình bày một số loại bùn sử dụng trong bể kỵ khí.

BẢNG 2-12.

Các loại bùn nuôi cấy ban đầu cho bể xử lý kỵ khí

| Loại bùn | Hoạt tính metan (kgCH ₄ -COD/kgVSS) | Hàm lượng (kg VSS/m ³) |
|---------------------------------|---|---------------------------------------|
| Bùn hạt | 0,80 ÷ 1,50 | 15 ÷ 35 |
| Bùn từ các bể xử lý kỵ khí khác | 0,40 ÷ 1,20 | 10 ÷ 25 |
| Bùn cống rãnh | 0,02 ÷ 0,10 | 8 ÷ 20 |
| Phân chuồng | 0,02 ÷ 0,08 | 20 ÷ 80 |
| Bùn bể tự hoại | 0,01 ÷ 0,02 | 15 ÷ 50 |
| Phân bò tươi | 0,001 ÷ 0,006 | 30 ÷ 100 |
| Phân gia súc khác | 0,001 ÷ 0,004 | 30 ÷ 100 |

Nồng độ bùn nuôi cấy ban đầu cho bể UASB tối thiểu là 10 KgVSS/m³. Lượng bùn cho vào bể không nên nhiều hơn 60% thể tích bể.

Khi không có bùn nuôi cấy tốt, ở giai đoạn khởi động phải hết sức cẩn thận, đặc biệt lưu ý đến vận tốc nước đi lên. Nếu vận tốc quá lớn, bùn trong bể sẽ bị cuốn trôi ra ngoài. Bể phải khởi động ở tải trọng thấp hoặc nồng độ COD thấp. Khi bể hoạt động cần theo dõi lượng khí sinh học sinh ra, hiệu quả xử lý, hoặc chất lượng nước đầu ra. Chỉ tăng tải trọng khi mọi thứ hoạt động tốt và không có một trở ngại nào.

Khi có loại bùn nuôi cấy tốt như bùn hạt hay bùn từ các bể xử lý kỵ khí khác có độ hoạt tính metan cao, Bể UASB có thể bắt đầu vận hành ở tải trọng khoảng 3 KgCOD/m³.ngày và thời gian lưu nước khoảng 24giờ.

Giai đoạn khởi động rất quan trọng. Ở giai đoạn này cần phải tạo điều kiện cho vi khuẩn methane phát triển do bùn nuôi cấy ban đầu thường có rất ít lượng vi khuẩn metan. Vì vậy, giai đoạn khởi động thường mất rất nhiều thời gian.

Nước thải

Trước khi vận hành bể UASB cần phải xem xét thành phần tính chất nước thải cần xử lý, cụ thể như hàm lượng chất hữu cơ, khả năng phân hủy sinh học của nước thải, tính đệm, hàm lượng chất dinh dưỡng, hàm lượng cặn lơ lửng, các hợp chất độc, nhiệt độ nước thải...

Hàm lượng chất hữu cơ

Nồng độ chất hữu cơ trong nước thải có thể được xác định theo COD. Khi COD nhỏ hơn 100 mg/L, xử lý nước thải này bằng UASB là không thích hợp. Khi COD lớn hơn 50000 mg/L, cần pha loãng nước thải hoặc tuần hoàn nước thải đầu ra.

Khả năng phân hủy sinh học của nước thải

Khả năng phân hủy sinh học của nước thải có thể được xác định bằng một thí nghiệm đơn giản. Cho một lượng COD đã định lượng trước vào trong mô hình tĩnh và theo dõi sản lượng khí metan sinh ra hoặc lượng COD còn lại trong thời gian dài (40 ngày). Khi đó có thể đánh giá dễ dàng khả năng phân hủy sinh học của nước thải.

Tính đệm

Có thể kiểm tra nhanh chóng tính đệm của nước thải bằng cách thêm một lượng acid acetic vào 1 lít nước thải thô. Lượng acid acetic thêm vào tương đương với 1g COD/L hoặc 40% hàm lượng COD nước thải thô khi hàm lượng COD nước thải thô nhỏ hơn 2,5g/L. Khi pH của nước thải sau khi thêm acid acetic lớn hơn hoặc bằng 6,5, có thể kết luận nước thải có tính đệm tốt. Trong trường hợp nước thải có hàm lượng ammonia cao, tuy pH thấp hơn 6,5, nước thải vẫn có thể có tính đệm do ammonia trong giai đoạn lên men acid sẽ thoát ra khỏi nước thải ở dạng khí.

Chất dinh dưỡng

Nhu cầu chất dinh dưỡng cho sự sinh trưởng của vi khuẩn kỵ khí thường thấp hơn so với vi khuẩn hiếu khí nhưng không thể thiếu. Nồng độ N, P và S tối thiểu có thể tính toán như sau: Hàm lượng tối thiểu của các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng có thể được tính theo biểu thức (COD/Y) : N : P : S = (50/Y) : 5 : 1 : 1 trong đó Y là hệ số sản lượng tế bào phụ thuộc vào nước thải. Nước thải không dễ acid hóa có Y = 0,15; nước thải dễ acid hóa có Y = 0,03.

Vi khuẩn metan đòi hỏi hàm lượng sắt, niken và coban tương đối cao. Tuy nhiên thông thường phần lớn các loại nước thải có đủ các chất dinh dưỡng vi lượng này.

Trong thí nghiệm thường không nên để vi khuẩn thiếu hụt bất cứ chất dinh dưỡng nào. Khi thí nghiệm thường sử dụng các dung dịch dinh dưỡng stock. Trong các dung dịch này nên thêm men vào với hàm lượng 20mg/L để bảo đảm vi khuẩn không thiếu hụt bất cứ loại vitamin nào.

Hàm lượng cặn lơ lửng

UASB không thích hợp đối với nước thải có hàm lượng SS lớn. Khi nồng độ cặn lơ lửng lớn hơn 3000mg/L, cặn này khó có thể phân hủy sinh học được trong thời gian lưu nước ngắn và sẽ tích lũy dần trong bể, gây trở ngại cho quá trình phân hủy nước thải. Tuy nhiên, nếu lượng cặn này bị cuốn trôi ra khỏi bể thì không có trở ngại gì.

Cặn lơ lửng sẽ lưu lại trong bể hay không tùy thuộc vào kích thước hạt cặn và hạt bùn nuôi cấy. Khi kích thước của cả hai loại hạt này gần như nhau, cặn lơ lửng sẽ tích lũy lại trong bể. Khi sử dụng bùn hạt, cặn lơ lửng sẽ dễ dàng bị cuốn trôi ra khỏi bể.

Trong trường hợp không thể có bùn hạt và nước thải có hàm lượng cặn lớn nên xây dựng bể lắng trước khi xử lý bằng bể UASB. Đôi khi, lượng cặn lơ lửng này có thể bị phân hủy trong bể. Lúc đó, cần biết tốc độ phân hủy của chúng để tính thời gian lưu cặn trong bể.

Nước thải chứa các chất nguy hại

Biết được các hợp chất nguy hại gây độc hoặc các hợp chất có thể chuyển hóa thành hợp chất độc trong nước thải là rất quan trọng. Các chất gây ức chế trong quá trình phân hủy kỵ khí nước thải thường là ammonia, sulphate hoặc các chất diệt khuẩn ngăn cản quá trình sinh trưởng của vi khuẩn.

UASB không thích hợp với nước thải có hàm lượng ammonia lớn hơn 2000 mg/L hoặc nước thải có hàm lượng sulphate vượt quá 500 mg/L (tỉ số $COD/SO_4^{2-} \leq 5$). Bản thân sulphate không gây độc nhưng do vi khuẩn khử sulphate dễ dàng chuyển hóa SO_4^{2-} thành H_2S . Khi hàm lượng SO_4^{2-} không quá cao (hoặc tỉ số COD/SO_4^{2-} không vượt quá 10), sẽ không ảnh hưởng đến quá trình phân hủy kỵ khí. Trong trường hợp hàm lượng sulphate cao có thể tách riêng quá trình kỵ khí thành hai giai đoạn riêng biệt: (1) acid hóa và (2) lên men metan. Trong bể acid hóa riêng biệt, vi khuẩn khử sulphate chuyển

hóa SO_4^{2-} thành H_2S và H_2S dễ dàng tách ra khỏi nước thải do pH thấp trong quá trình acid hóa.

Việc xác định nồng độ Nitơ Kjeldal và $N-NH_3$, nồng độ sulphate, và việc kiểm tra tất cả các chất diệt khuẩn ngăn cản sự phát triển của vi khuẩn và nấm là điều hết sức quan trọng. Khi nồng độ amonia trong nước thải lớn hơn 2000 mgN/l, xử lý nước thải loại này bằng bể UASB là không thích hợp.

Khi nồng độ SO_4^{2-} trong nước thải lớn hơn 500 mg/L, hoặc khi tỉ số COD/SO_4^{2-} nhỏ hơn 5, thì việc sử dụng bể UASB cũng không thích hợp. Sulphate tự nó là một độc tố khá mạnh, nhưng đối với những loại vi khuẩn sử dụng sulphate thì chúng lại dễ dàng chuyển đổi sulphate thành H_2S . Khi nồng độ sulphate không quá cao và tỉ số COD/SO_4^{2-} lớn hơn 10, thì vi khuẩn sử dụng sulphate sẽ sử dụng sulphate để chuyển thành H_2S .

Trong trường hợp nồng độ sulphate cao hoặc tỉ số COD/SO_4^{2-} thấp, cần xây dựng một bể acid hóa. Trong bể này, SO_4^{2-} sẽ chuyển hóa thành H_2S làm cho pH trong nước thải giảm. Trong trường hợp nồng độ sulphate lớn hơn 100 mg/L cũng nên sử dụng bể acid hóa.

Nồng độ muối cao cũng gây ảnh hưởng xấu đến vi khuẩn metan. Trong trường hợp này, rất khó có những hướng dẫn chính xác cho từng loại muối hiện diện trong nước thải. Thường không nên để nồng độ muối lớn hơn 15000 mg/L. Nồng độ muối trong khoảng 5000 ÷ 15000 mg/L có thể xem là độc tố đối với vi khuẩn. Điều này phụ thuộc vào từng loại muối. Ở những nồng độ muối thấp hơn, vi khuẩn có thể thích nghi từ từ. Tuy nhiên, ở giai đoạn chưa thích nghi, nồng độ muối có thể làm trì hoãn sự phát triển của vi khuẩn.

2.6.7. Thí nghiệm xác định lượng bùn trong bể UASB

Nếu biết lượng bùn trong mô hình UASB và độ hoạt tính của bùn có thể dự đoán tải trọng thể tích và thời gian lưu bùn thực tế.

Thiết bị

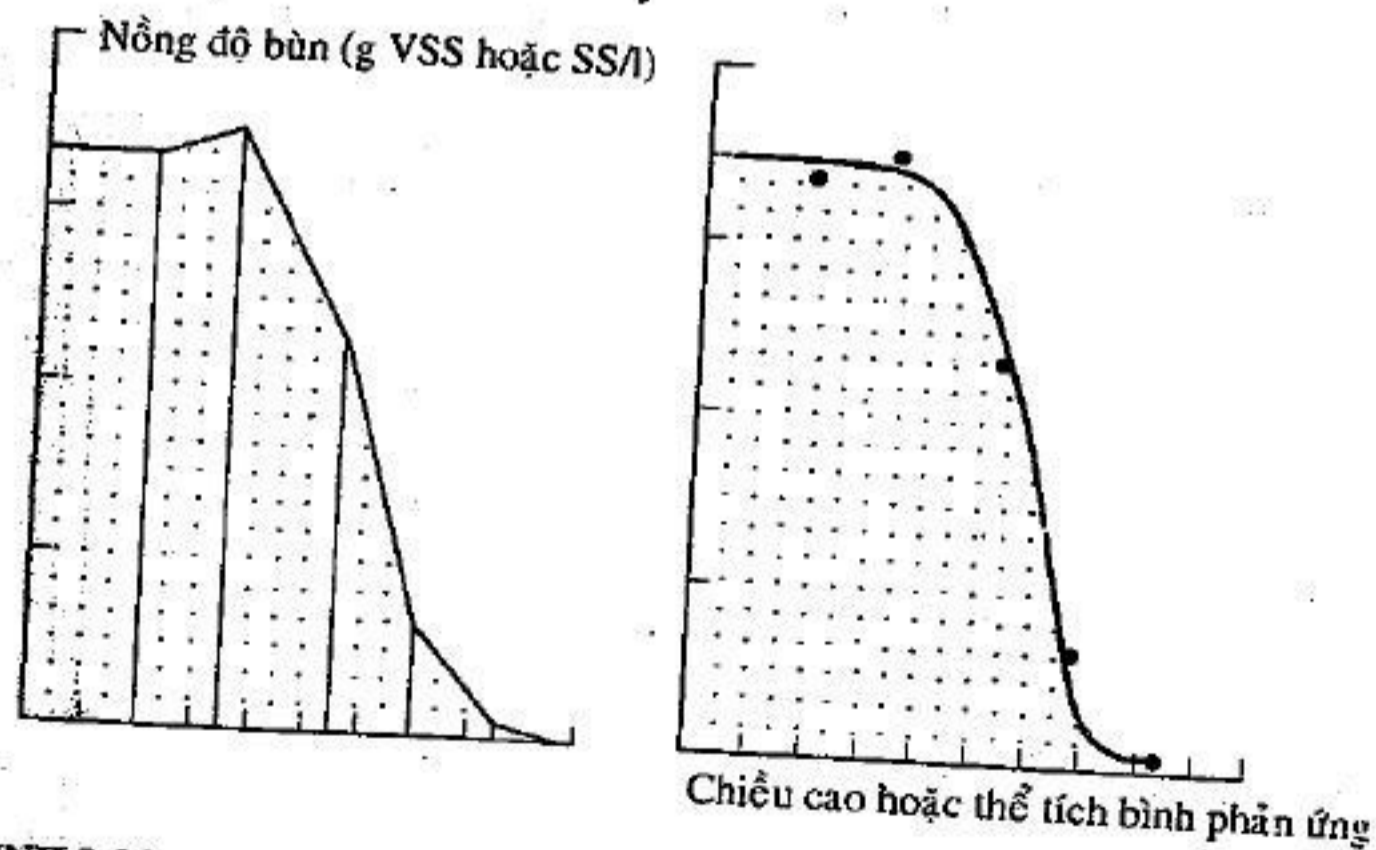
Để xác định nồng độ bùn trong mô hình UASB, dọc theo chiều cao cột cần có một số điểm lấy mẫu. Nếu không có vòi lấy mẫu, có thể sử dụng thiết bị lấy mẫu. Thiết bị này có thể lấy ở độ sâu khác nhau và lấy lượng mẫu thích hợp.

Cách lấy mẫu

Điểm quan trọng nhất trong việc xác định lượng bùn trong bể không phải là xác định hàm lượng bùn trong mẫu mà là cách lấy mẫu như thế nào là hợp lý. Khi mở van lấy mẫu, cần bảo đảm rằng lượng bùn lấy ra hoàn toàn giống lượng bùn trong bể. Nếu lượng mẫu lấy quá lớn, lượng nước thoát ra lớn, có thể làm sai lệch kết quả. Lượng mẫu cần lấy thích hợp nhất là 50 ÷ 150mL. Nên lấy hai lần để tính giá trị trung bình, thời gian giữa hai lần lấy cách nhau ít nhất 1 giờ. Thể tích mẫu chính xác rất khó xác định, vì vậy có thể đo thể tích bằng cân khối lượng mẫu vì khối lượng riêng của mẫu bùn và nước khác nhau không đáng kể.

Nội dung thí nghiệm

Xác định hàm lượng SS và VSS của các mẫu lấy ở các chiều cao khác nhau. Khi hàm lượng SS quá cao, có thể ly tâm mẫu, không cần lọc. Sau đó, đánh giá lượng bùn trong mô hình bằng cách xác định mặt cắt bùn (*sludge profile*). Do hàm lượng bùn trong mô hình là hàm số theo chiều cao (hoặc thể tích), vì vậy lượng bùn trong mô hình chính là diện tích giới hạn bởi đường cong, trục tung và trục hoành. Hình 2-24 mô tả thí dụ xác định hàm lượng bùn.



HÌNH 2-24.

Thí dụ xác định hàm lượng bùn và cách tính lượng bùn trong bể phản ứng. Hình bên trái mô tả các mẫu tương ứng với các thanh và nối các điểm đo được. Phần diện tích chắn giữa đường cong và các trục của đồ thị chính là tổng lượng bùn trong bể.

2.7. QUÁ TRÌNH SINH HỌC BẨM DÍNH TRONG BỂ LỌC SINH HỌC

2.7.1. Tổng quan

Quá trình sinh học bám dính (*attached-growth*) được sử dụng rộng rãi trong công nghệ xử lý nước thải. Quá trình này sử dụng các vi sinh vật bám dính trên các loại giá thể khác nhau (đá, sỏi, vòng plastic,...) để loại bỏ các chất hữu cơ có trong nước thải. Chúng không bị rửa trôi khỏi bề phản ứng giống như quá trình sinh học bùn hoạt tính lơ lửng đã nghiên cứu ở trên, vì vậy tuổi của bùn hay mật độ vi sinh vật trong bể rất cao. Chất hữu cơ trong nước thải dạng keo và dạng hòa tan được vận chuyển đến màng vi sinh vật trên các giá thể, tại đây chúng sẽ được xử lý bởi các cơ chế oxy hóa sinh học hiếu khí (phần ngoài) và kỵ khí (phần bên trong của màng vi sinh vật). Hai công trình sử dụng quá trình sinh học bám dính phổ biến trong công nghệ xử lý nước thải là bể lọc sinh học (*Trickling Biofilter*) và bể tiếp xúc sinh học dạng đĩa quay (*Rotating Biological Contactor, RBC*).

2.7.2. Phương trình toán học biểu diễn quá trình sinh học trong bể lọc sinh học

Eckenfelder (1970) đã xây dựng các phương trình toán học biểu diễn quá trình xử lý trong bể lọc sinh học dựa trên phương trình tốc độ loại bỏ cơ chất (COD, BOD, các hợp chất của nitơ, phốt pho,...) sau đây:

$$-\frac{1}{X} \frac{dS}{dt} = kS \quad (2-22)$$

Trong đó: dS/Xdt = Tốc độ tiêu thụ cơ chất riêng của vi sinh vật, $\text{kgCOD}/(\text{kgVSS} \times \text{ngày})$;
 dS/dt = Tốc độ tiêu thụ cơ chất, $\text{kgCOD}/(\text{m}^3 \times \text{ngày})$;
 k = Hằng số tốc độ phản ứng, $\text{m}^3/(\text{kgVSS} \times \text{ngày})$;
 S = Nồng độ của cơ chất, kgCOD/m^3 ;
 X = Nồng độ vi sinh vật, kgVSS/m^3 .

Lấy tích phân cả hai vế của phương trình (2-22), ta được:

$$\frac{S_c}{S_0} = e^{-k\bar{X}t} \quad (2-23)$$

- Trong đó: \bar{X} = Nồng độ trung bình của vi sinh vật trong bể lọc sinh học, kgVSS/m³;
 S_e = Nồng độ của cơ chất trong dòng nước thải ra bể lọc sau xử lý, kgCOD/m³;
 S_0 = Nồng độ của cơ chất trong dòng nước thải vào bể lọc sinh học, kgCOD/m³;
 t = Thời gian tiếp xúc của nước thải với màng vi sinh vật

Nồng độ trung bình của vi sinh vật \bar{X} tỉ lệ với diện tích bề mặt riêng của tầng vật liệu lọc A_s , hay $\bar{X} \sim A_s$. Có thể biến đổi quan hệ này như sau:

$$\bar{X} = A_s^m \quad (2-24)$$

- Trong đó: A_s = diện tích bề mặt riêng của bể lọc, m²/m³;
 m = Hằng số thực nghiệm.

Trong bể lọc sinh học, dòng nước thải di chuyển quanh co theo hình dáng hình học và sự sắp xếp của vật liệu lọc. Thời gian tiếp xúc trung bình t được tính toán theo công thức của Howland (1957) như sau:

$$t = \frac{C \times D}{Q_L^n} \quad (2-25)$$

- Trong đó: Q_L = Tải trọng thể tích của nước thải trên bề mặt bể lọc, m³/m².ngày ($Q_L = Q/A$);
 Q = Lưu lượng nước thải theo tính toán thiết kế, m³/ngày;
 A = Diện tích mặt cắt ngang của bể lọc, m²;
 C, n = Các hằng số thực nghiệm, $n = 0,3 \div 0,7$;
 D = Chiều cao lớp vật liệu lọc, m.

Thay thế các phương trình (2-24) và (2-25) vào phương trình (2-23):

$$\frac{S_e}{S_0} = e^{-kA_s^m CD/Q_L^n} \quad (2-26)$$

Đặt $K = kA_s^m C$, phương trình (2-26) sẽ được viết lại:

$$\frac{S_e}{S_0} = e^{-KD/Q_L^n} \quad (2-27)$$

Thông số động học K và hằng số n được xác định dựa trên các số liệu thí nghiệm. S_e, S_0, D , và Q_L nghiên cứu trên mô hình phòng thí nghiệm.

Phương trình (2-27) chỉ thích hợp với trường hợp bể lọc sinh học không có tuần hoàn nước sau xử lý. Trong trường hợp nước thải sau xử lý được tuần hoàn lại để pha loãng nước thải đầu vào, phương trình (2-27) sẽ được biến đổi như sau:

$$\frac{S_e}{S_a} = \frac{e^{-KD/Q_L^n}}{(1+R) - R e^{-KD/Q_L^n}} \quad (2-28)$$

Trong đó: S_a = Nồng độ cơ chất của hỗn hợp dòng nước thải thô và dòng tuần hoàn (dòng ra sau xử lý). S_a được tính bởi công thức:

$$S_a = \frac{S_0 + R S_e}{1 + R}$$

R = Tỷ số tuần hoàn, $R = Q_r/Q$;

Q_r = Lưu lượng nước thải tuần hoàn.

Lấy lôgarit cơ số e cả hai vế phương trình (2-27):

$$\ln\left(\frac{S_e}{S_0}\right) = -\frac{KD}{Q_L^n} \quad (2-29)$$

Đây là phương trình đường thẳng trên hệ trục tọa độ bán lôgarit có hệ số góc:

$$s = -KQ_L^{-n} \quad (2-30)$$

Lấy lôgarit cả hai vế phương trình (2-30):

$$\ln s = n \ln Q_L + \ln K \quad (2-31)$$

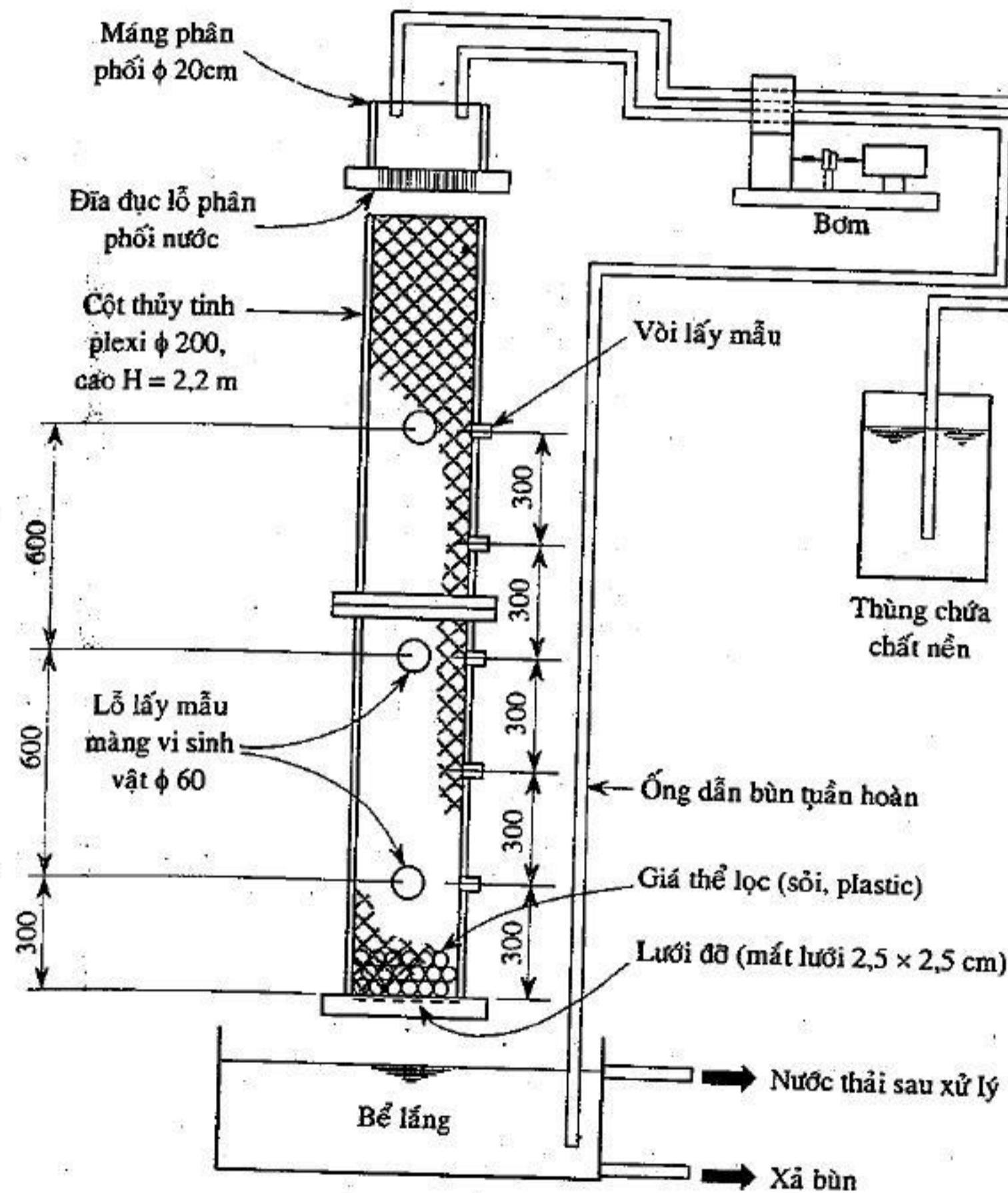
Phương trình (2-31) có dạng phương trình đường thẳng $y = ax + b$, với:

$$\begin{aligned} y &= \ln s & a &= n \\ x &= \ln Q_L & b &= \ln K \end{aligned}$$

Khi biết được ít nhất 3 cặp giá trị của (x, y) sẽ vẽ được đường thẳng trên hệ tọa độ log-log có hệ số góc bằng a và giao điểm với trục tung bằng b . Biết được a, b suy ra giá trị của n và K .

2.7.3. Mô hình thí nghiệm bể lọc sinh học

Mô hình nghiên cứu bể lọc sinh học thường sử dụng gồm mô hình phòng thí nghiệm (*Lab scale* hoặc *bench-scale*) như Hình 2-25, hay mô hình qui mô vừa (*pilot scale*).



HÌNH 2-25

Mô hình thí nghiệm bể lọc sinh học.

2.7.4. Nội dung thí nghiệm

- 1) Vận hành khởi động mô hình thí nghiệm với loại nước thải cần nghiên cứu, tải trọng thể tích bề mặt trong giới hạn nhỏ hơn $40\text{L}/\text{m}^2/\text{phút}$, để tạo ra lớp màng vi sinh vật trên bề mặt vật liệu lọc (còn gọi là giá thể lọc). Để tăng nhanh quá trình tạo màng vi sinh vật, hỗn hợp nước thải có chứa bùn hoạt tính pha loãng được sử dụng cho giai đoạn khởi động;
- 2) Sau giai đoạn khởi động, một lớp màng vi sinh vật được tạo thành trên bề mặt vật liệu lọc. Chọn ít nhất 3 giá trị lưu lượng (hay tải trọng thể tích bề mặt) để tiến hành thí nghiệm nghiên cứu. Lần lượt vận hành bể lọc với từng lưu lượng thí nghiệm đã chọn đến khi bể lọc "đạt trạng thái ổn định". Trạng thái ổn định là trạng thái mà ở đó nồng độ cơ chất trong nước thải sau xử lý (COD, BOD, TOC,...) không thay đổi theo thời gian. Khi sử dụng các vòng hay tấm plastic làm vật liệu lọc thí nghiệm thì tải trọng bề mặt nên chọn trong khoảng 20 đến $120\text{L}/\text{m}^2/\text{phút}$;
- 3) Mẫu nước thải nên lấy ít nhất tại 3 vị trí dọc chiều cao lớp vật liệu lọc tương ứng với mỗi lưu lượng thí nghiệm. Các chỉ tiêu cần phân tích là COD, BOD (hoặc TOC) cho đến khi đạt được kết quả thích hợp (trạng thái ổn định). Ngoài ra cũng cần xác định các chỉ tiêu như pH, độ kiềm, độ acid, nhiệt độ để cung cấp đầy đủ các cơ sở khoa học của quá trình nghiên cứu;
- 4) Vẽ các đường biểu diễn của (S_0/S_e) (tính bằng BOD, COD hay TOC) theo các chiều cao lấy mẫu D cho mỗi lưu lượng Q_L dựa trên phương trình (2-29) trên giấy đồ họa bán logarit sẽ được họ đường thẳng, mỗi đường thẳng có độ dốc s . Tính toán các giá trị của s ;
- 5) Vẽ đường biểu diễn của phương trình (2-30) trên giấy log-log các giá trị s trên trục tung và các giá trị Q_L tương ứng trên trục hoành. Sử dụng phương pháp phân tích hồi qui tuyến tính sẽ xác định được độ dốc n của đường thẳng hồi qui. Giá trị của K được xác định từ giao điểm của đường thẳng hồi qui và trục tung;
- 6) Giá trị của K cũng có thể được xác định chính xác hơn theo phương pháp sau. Do đã biết được giá trị của n , phương trình (2-29) có thể viết lại:

$$\ln\left(\frac{S_e}{S_0}\right) = -K \left[\frac{D}{Q_L^n} \right] \quad (2-32)$$

Vẽ đường thẳng biểu diễn của S_e/S_0 theo Q_L^n trên giấy bán lôgarit, K chính là hệ số gốc của đường thẳng này.

Ví dụ 2-6. Xác định các thông số động học của quá trình sinh học bám dính trong bể lọc sinh học.

Kết quả thí nghiệm xác định các thông số động học cho nước thải sinh hoạt trên mô hình bể lọc sinh học ở 20°C được trình bày ở Bảng 2-13. Tải trọng thủy lực trên bề mặt bể lọc tương ứng với 4 đợt thí nghiệm lần lượt là 0,5; 1,0; 1,5 và 2,0 $m^3/m^2/ngày$. Điểm lấy mẫu để xác định các chỉ tiêu thí nghiệm lần lượt ở 4 độ cao 1,5; 3,0; 4,5 và 6,0m. Xác định các thông số động học K và n trong công thức của Eckenfelder.

BẢNG 2-13.

Số liệu thí nghiệm xác định các thông số động học của bể lọc sinh học

| Chiều cao, D (m) | % BOD ₅ còn lại trong nước thải đầu ra (S_e/S_0) | | | |
|------------------|---|-----|-----|-----|
| | Tải trọng thủy lực bề mặt, Q_L ($m^3/m^2/ngày$) | | | |
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| 1,5 | 81 | 84 | 87 | 93 |
| 3,0 | 65 | 73 | 79 | 83 |
| 4,5 | 51 | 62 | 69 | 75 |
| 6,0 | 42 | 54 | 62 | 69 |

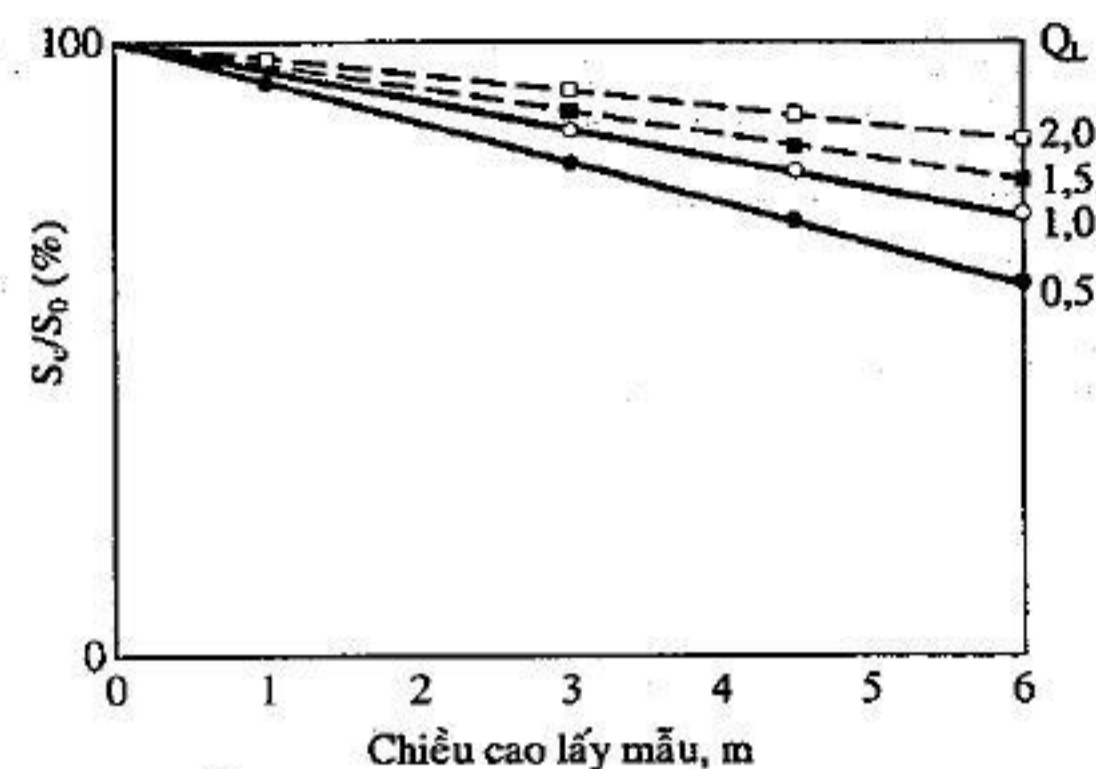
Giải. Công thức của Eckenfelder:

$$\frac{S_e}{S_0} = e^{-(KD/Q_L^n)}$$

Để tìm số mũ n và hằng số tốc độ phản ứng K, lấy logarit cơ số e cả hai vế phương trình trên:

$$\ln\left(\frac{S_e}{S_0}\right) = -\frac{K}{Q_L^n} D$$

Vẽ các đường thẳng biểu diễn của S_e/S_0 theo D ứng với mỗi Q_L trên giấy bán lôgarit. Họ đường thẳng này được biểu diễn trên Hình 2-26.



HÌNH 2-26.

Họ đường thẳng biểu diễn của S_e/S_0 theo D.

Hệ số gốc s của các đường thẳng trên bằng $\Delta\left(\ln\frac{S_e}{S_0}\right) / \Delta D$, bảng kết quả như sau:

BẢNG 2-14.

Kết quả tính toán độ dốc s

| Tải trọng thủy lực ($m^3/m^2/ngày$) | Độ dốc (m^{-1}) |
|---------------------------------------|---------------------|
| 0,5 | -0,148 |
| 1,0 | -0,099 |
| 1,5 | -0,076 |
| 2,0 | -0,067 |

Vẽ đường biểu diễn của các giá trị s trên trục tung theo các giá trị Q_L tương ứng trên trục hoành trên giấy log-log (Hình 2-27). Sử dụng phương pháp phân tích hồi qui tuyến tính sẽ xác định được độ dốc n của đường thẳng hồi qui.

$$n = -\frac{\ln 0,148 - \ln 0,067}{\ln 2 - \ln 0,5} = 0,57$$

Từ giá trị đã biết của n, lập bảng tính toán như ở Bảng 2-15.

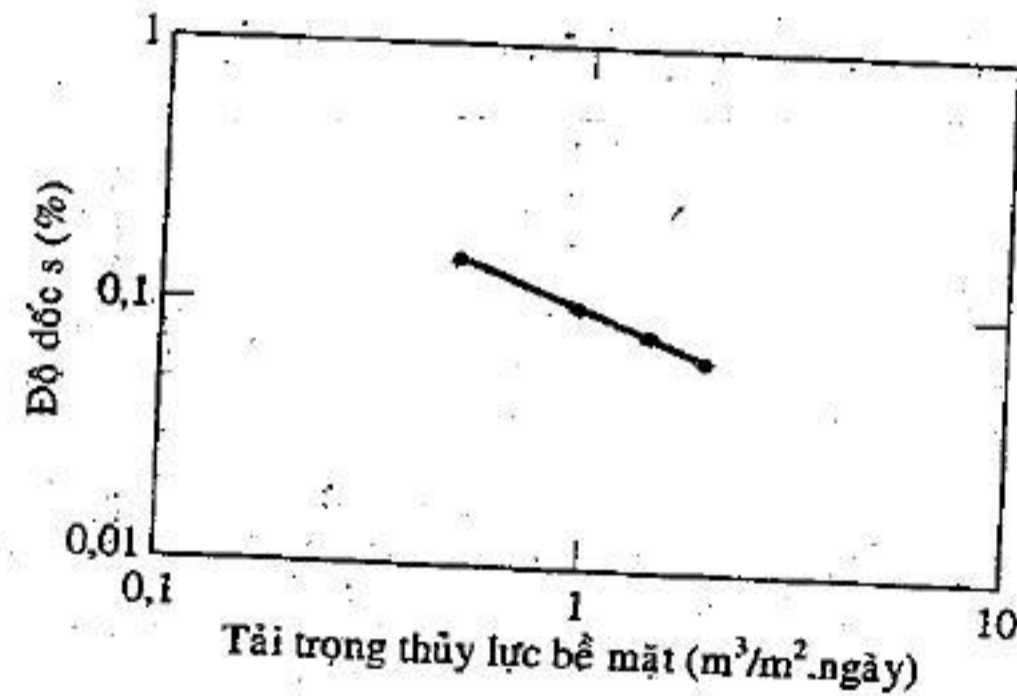
Hệ số gốc K của đường thẳng hồi qui tuyến tính:

$$K = -\frac{\ln 93 - \ln 51}{1,01 - 6,68} = 0,106$$

BẢNG 2-15.

Kết quả tính toán các đại lượng đặc trưng

| D | Q_L | $D/(Q_L)^{0,57}$ | S_e/S_o |
|------|-------|------------------|-----------|
| 1,50 | 0,5 | 2,23 | 81 |
| 3,00 | 0,5 | 4,45 | 65 |
| 4,50 | 0,5 | 6,68 | 51 |
| 6,00 | 0,5 | 8,91 | 42 |
| 1,50 | 1,0 | 1,5 | 84 |
| 3,00 | 1,0 | 3,0 | 73 |
| 4,50 | 1,0 | 4,5 | 62 |
| 6,00 | 1,0 | 6,0 | 54 |
| 1,50 | 1,5 | 1,19 | 87 |
| 3,00 | 1,5 | 2,38 | 79 |
| 4,50 | 1,5 | 3,57 | 69 |
| 6,00 | 1,5 | 4,76 | 62 |
| 1,50 | 2,0 | 1,01 | 93 |
| 3,00 | 2,0 | 2,02 | 83 |
| 4,50 | 2,0 | 3,03 | 75 |
| 6,00 | 2,0 | 4,04 | 69 |



HÌNH 2-27

Đường hồi qui tuyến tính biểu diễn s theo Q_L .

Phương trình thiết kế dựa trên kết quả nghiên cứu này là:

$$S_e = S_o \exp \left[-0,106D \left(Q_L^{0,57} \right) \right]$$

2.8. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ THIẾT KẾ SÂN PHƠI BÙN

2.8.1. Tổng quan

Sân phơi bùn là một công trình được sử dụng để khử nước làm giảm độ ẩm và giảm khối lượng bùn ở các trạm xử lý nước và nước thải. Đây là phương pháp xử lý bùn kinh tế nhất và đơn giản nhất khi trạm xử lý có đủ diện tích đất và điều kiện khí hậu thích hợp. Diện tích sân phơi bùn phụ thuộc vào lượng mưa, độ bốc hơi của khu vực và tính chất của bùn. Thông thường sân phơi bùn gồm lớp sỏi hay đá dăm dày 20 ÷ 50cm ở bên dưới và một lớp cát dày 10 ÷ 30cm bao phủ bên trên lớp sỏi đỡ này. Hệ thống thu nước được đặt trong lớp sỏi là hệ thống ống châm lỗ. Đường kính ống không nhỏ 10cm và bố trí với độ dốc lớn hơn 1%.

Bùn ướt được đưa vào sân phơi với chiều cao lớp bùn đạt 20 ÷ 50cm. Mức độ khử nước sẽ được xác định bằng phương pháp riêng trong phòng thí nghiệm. Bùn được xem là "khô" khi nó đạt đến trạng thái mà ở trạng thái đó các miếng bùn khô có thể nâng lên được bằng tay. Thời gian luân chuyển (chu kỳ sử dụng) sân phơi bùn có thể rút ngắn đáng kể khi cho thêm vào bùn các chất keo tụ hóa học.

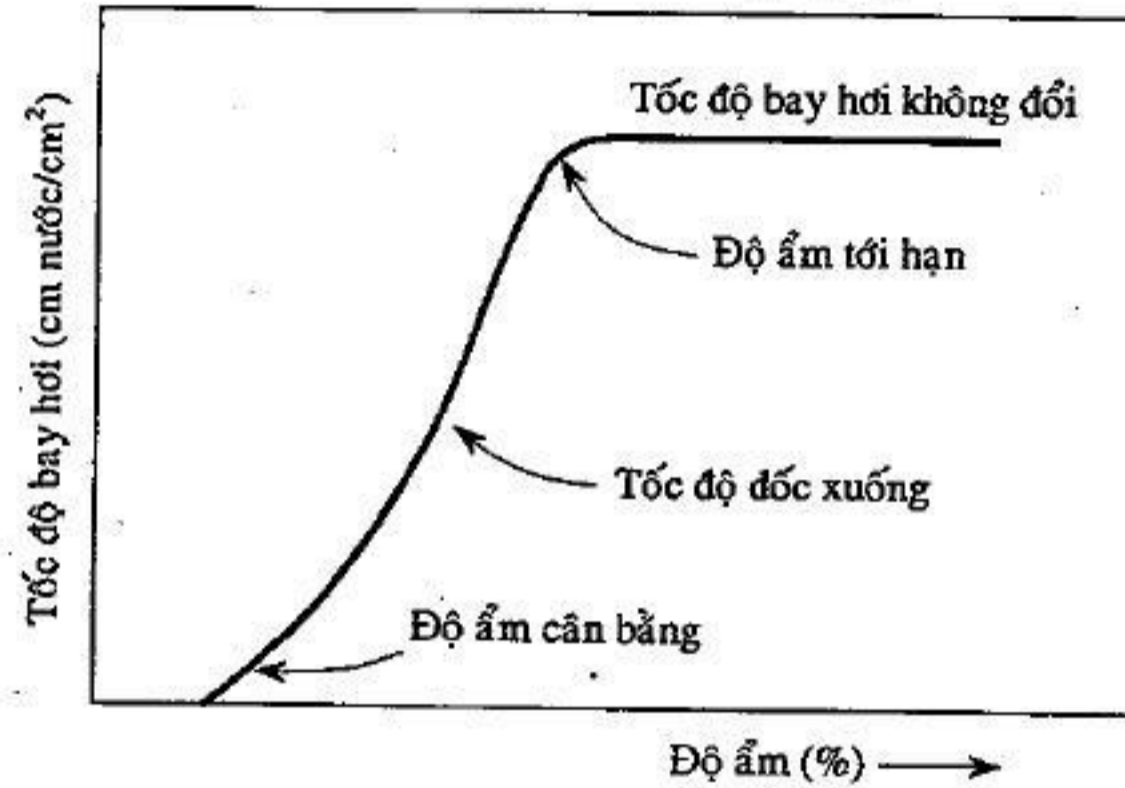
Có hai quá trình khử nước xảy ra trong sân phơi bùn:

- 1) **Quá trình Lọc:** nước trong bùn sẽ được lọc qua tầng cát, sỏi và thoát ra ngoài bằng hệ thống ống thu nước ở bên dưới;
- 2) **Quá trình bay hơi:** Nước trên bề mặt sẽ bay hơi dưới tác dụng của các tia bức xạ mặt trời và sự vận chuyển đối lưu của không khí. Quá trình lọc sẽ xảy ra trong khoảng thời gian từ một đến ba ngày, kết quả là nồng độ chất rắn tăng lên đến 15 ÷ 25%. Quá trình bay hơi xảy ra chậm hơn phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm tương đối của không khí và tốc độ gió.

Quá trình bay hơi sẽ tiếp diễn khi bùn đạt đến "độ ẩm tới hạn" ở tốc độ bay hơi không đổi. Sau đó tốc độ bay hơi sẽ giảm đến khi bùn đạt độ ẩm cân bằng (độ ẩm tới hạn là độ ẩm mà ở đó tốc độ di chuyển của nước đến bề mặt nhỏ hơn tốc độ bay hơi). Trong suốt thời gian bay hơi với tốc độ không đổi bề mặt bùn bị ướt và tốc độ bay hơi phụ thuộc vào tính chất của bùn. Tuy nhiên tốc độ này nhỏ hơn tốc độ bay hơi trên mặt nước tự nhiên, điều này có thể do mặt

phẳng bay hơi xảy ra ở dưới bề mặt bùn. Các giai đoạn khử nước trong sân phơi bùn được minh họa ở Hình 2-29. Tốc độ khử nước của bùn có thể tính toán dựa trên các mối quan hệ toán học của bài toán truyền nhiệt cho quá trình bay hơi nước và bài toán truyền khối cho sự vận chuyển nước bên trong đến bề mặt bùn.

Có nhiều phương pháp thiết kế sân phơi bùn, phương pháp trình bày dưới đây là phương pháp khoa học dựa trên cơ sở nghiên cứu nhiều loại bùn của các trạm xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp.



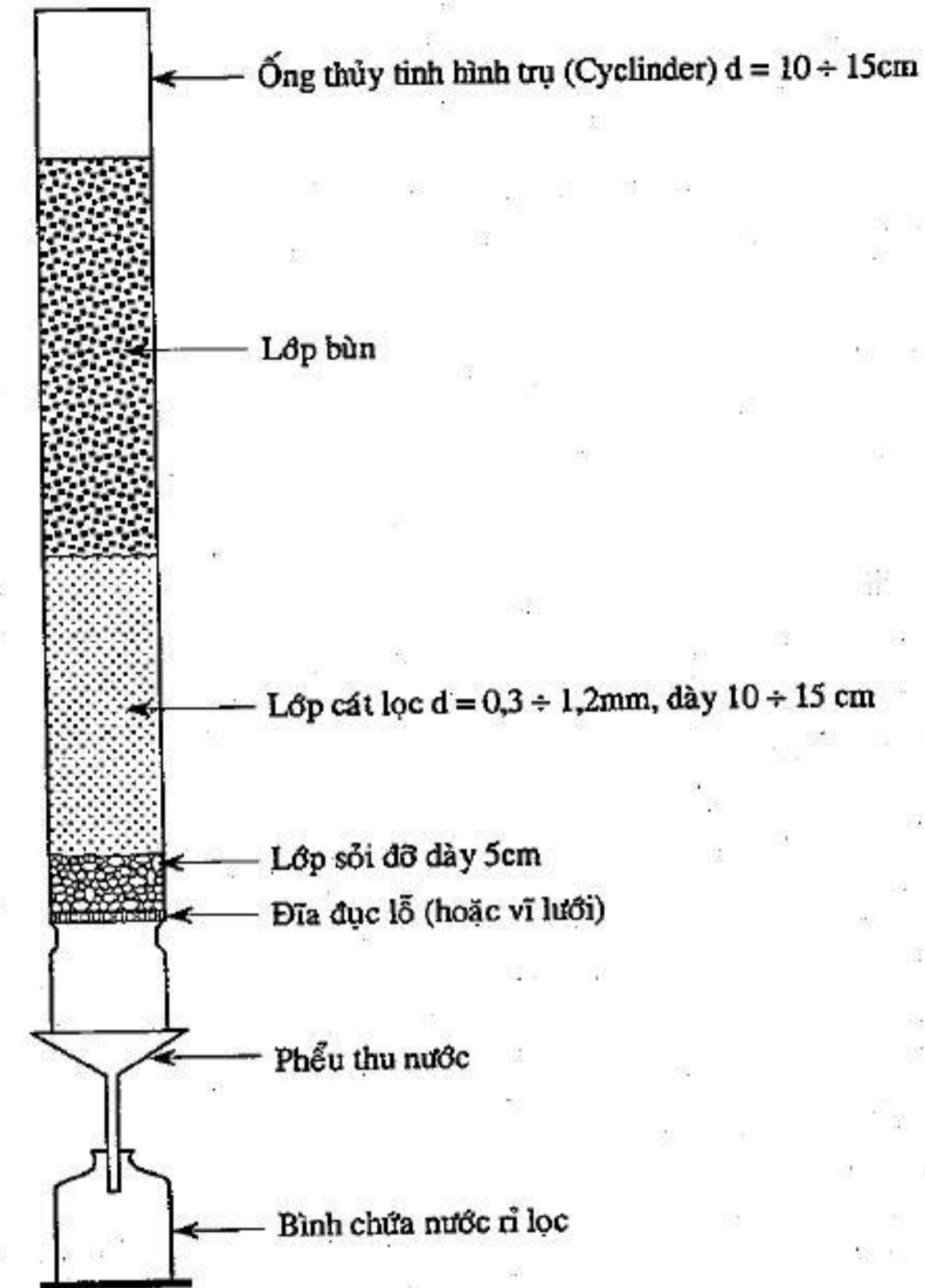
HÌNH 2-29.

Các giai đoạn khử nước trong sân phơi bùn.

2.8.2. Dụng cụ thí nghiệm

Dụng cụ thí nghiệm dùng trong thí nghiệm khử nước ra khỏi bùn bao gồm một ống thủy tinh bên trong có một lớp sỏi và một lớp cát như ở Hình 2-30.

- Ống thủy tinh hình trụ (cylinder) có đường kính từ 10 ÷ 15cm (5 ÷ 10cm cũng được sử dụng). Bên trong ống thủy tinh này chứa lớp cát 10 ÷ 15cm và lớp sỏi 5cm đặt trên một đĩa khoan lỗ hoặc tấm lưới;
- Ống thủy tinh hình trụ thành mỏng có đường kính lớn hơn 5cm (hoặc 10 cm), được sử dụng để lấy mẫu bùn bằng cách ấn vào bề chứa và rút ra;
- Phễu và bình thủy tinh thu nước;
- Đĩa thủy tinh sử dụng cho thí nghiệm bay hơi.



HÌNH 2-30.

Mô hình thí nghiệm khử nước của bùn.

2.8.3. Nội dung thí nghiệm

- Rót vào ống thủy tinh thí nghiệm một lớp bùn cao 30 ÷ 50cm. Nếu thí nghiệm tiến hành với hóa chất trợ keo tụ, hóa chất được thêm vào bùn trước khi đổ bùn vào ống thủy tinh;

- 2) Để cho bùn thoát nước tự do trong khoảng thời gian từ một đến ba ngày, phụ thuộc vào tính chất và độ ẩm ban đầu của bùn;
- 3) Sau thời gian thoát nước tự do, lấy bùn ra khỏi ống thủy tinh bằng cách sử dụng một dụng cụ như pittông để đẩy bùn ra khỏi ống (ống có đường kính 5 ÷ 10cm). Đối với ống thủy tinh có đường kính lớn hơn, sử dụng ống thủy tinh có đường kính 5cm ấn vào ống thí nghiệm sẽ lấy được lõi bùn bên trong ra;
- 4) Xác định độ ẩm của mẫu bùn vừa lấy ra trên;
- 5) Đặt lõi bùn vào trong một đĩa thủy tinh và để nước trong mẫu bùn bay hơi trong không khí;
- 6) Định kỳ xác định độ ẩm của mẫu bùn phơi trong không khí cho đến khi độ ẩm đạt được độ ẩm thiết kế. Độ ẩm thiết kế phải dựa trên cơ sở miếng bùn nâng lên được. Độ ẩm này được đánh giá chủ yếu dựa trên kinh nghiệm của người nghiên cứu thiết kế. Đối với bùn sinh học, miếng bùn nâng lên được có độ ẩm 15 ÷ 20%. Đối với bùn có sử dụng hóa chất keo tụ, độ ẩm thiết kế được xác định phụ thuộc vào loại bùn cụ thể;
- 7) Các bước trên được lập đi lập lại nhiều lần với nhiều chiều cao lớp bùn và nhiều liều lượng hóa chất khác nhau để xác định các thông số khử nước tối ưu cho bùn (liều lượng hoá chất, chiều cao lớp bùn, độ ẩm). Nếu nước tự do vẫn còn trên bề mặt lớp bùn sau 5 ÷ 8 giờ chứng tỏ chiều cao lớp bùn quá lớn và cần phải giảm đi;
- 8) Thời gian cần thiết để bùn đạt đến độ ẩm thiết kế bằng tổng thời gian cần thiết để làm bay hơi lượng nước mưa và thời gian làm khô bùn trong thí nghiệm.

Ví dụ 2-7. Một nhà máy xử lý nước thải thải ra mỗi ngày 1.000kg bùn (trọng lượng khô), nồng độ chất rắn trong bùn là 4%, tỉ trọng là 1,04. Tính toán diện tích của sân phơi bùn cho trạm xử lý nước thải trên. Biết rằng:

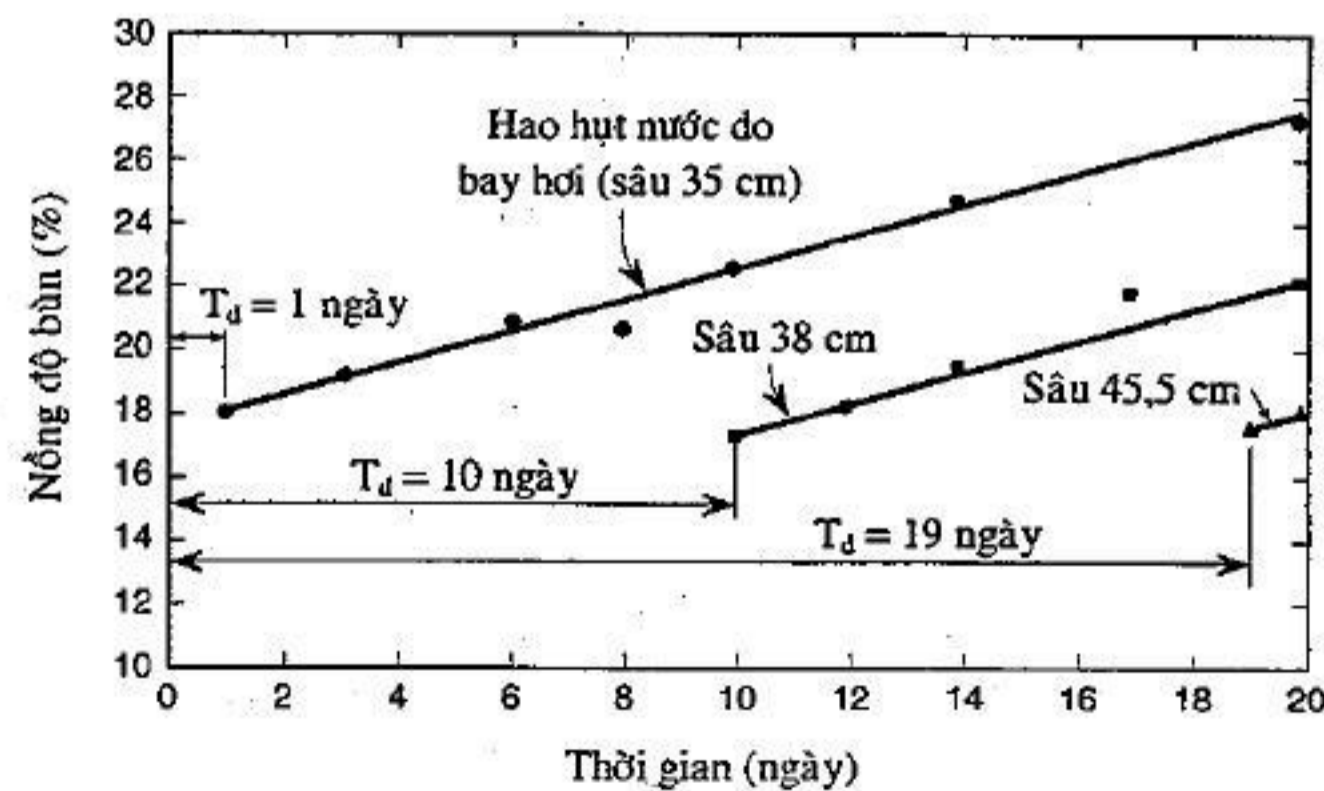
- 1) Các số liệu khí hậu về lượng mưa và độ bay hơi cho trong Bảng 2-16;
- 2) Lượng bay hơi trung bình của nước chứa trong bùn ướt bằng 75% lượng bay hơi của nước tự do;

- 3) 43% lượng mưa thấm xuyên qua lớp bùn đến hệ thống thu nước bên dưới và thoát ra ngoài, 57% còn lại sẽ bay hơi qua bề mặt;
- 4) Kết quả thí nghiệm thể hiện trên Hình 2-31.

BẢNG 2-16.

Các đặc trưng khí tượng tại khu vực nghiên cứu

| Tháng | Lượng mưa (mm) | Lượng bay hơi (mm) |
|-------|----------------|--------------------|
| 1 | 88,9 | 135,6 |
| 2 | 62,5 | 152,4 |
| 3 | 66,8 | 182,9 |
| 4 | 88,9 | 210,1 |
| 5 | 84,8 | 271,8 |
| 6 | 80,3 | 266,7 |
| 7 | 39,6 | 322,3 |
| 8 | 62,5 | 274,3 |
| 9 | 93,7 | 216,9 |
| 10 | 62,5 | 149,1 |
| 11 | 53,3 | 104,4 |
| 12 | 57,9 | 64,5 |



HÌNH 2-31.

Đồ thị biểu diễn quan hệ của độ ẩm theo thời gian.

Giải.

1. Chọn thông số thiết kế từ kết quả thí nghiệm trên Hình 2-31:

- Với chiều cao lớp bùn thí nghiệm 35cm, giai đoạn thoát nước tự do hoàn toàn xảy ra sau một ngày thí nghiệm. Sau đó nước tiếp tục bay hơi và nồng độ chất rắn của bùn sau khi khử nước có thể đạt đến 24%;
- Với các chiều cao thí nghiệm khác nhau, khi giai đoạn thoát nước tự do hoàn toàn thì nồng độ chất rắn xấp xỉ khoảng 18%.

Dựa trên nhận xét kết quả thí nghiệm, các thông số thiết kế sản phẩm bùn được lựa chọn như sau:

- Chiều cao thiết kế ban đầu của lớp bùn là $y_0 = 35\text{cm}$
- Nồng độ chất rắn yêu cầu sau khi khử nước ở sản phẩm là $s_f = 24\%$
- Nồng độ chất rắn sau giai đoạn thoát nước tự do là $s_0 = 18\%$

2. Tính toán lượng nước cần bay hơi để đạt nồng độ chất rắn thiết kế 24%:

- Lượng nước trong bùn ướt ban đầu:

$$35\text{cm} \times \frac{100 - 4}{100} = 33,6\text{cm}$$

- Lượng nước trong bùn sau giai đoạn thoát nước tự do với nồng độ chất rắn 18%:

$$\frac{0,04}{0,18} \times 35\text{cm} = 7,78\text{cm}$$

- Lượng nước mất đi do thoát nước tự do:

$$33,6\text{cm} - 7,78\text{cm} = 25,82\text{cm}$$

- Lượng nước trong bùn với nồng độ chất rắn 24%:

$$\frac{0,04}{0,24} \times 35\text{cm} = 5,83\text{cm}$$

- Lượng nước cần phải bay hơi của bùn sau giai đoạn thoát nước tự do:

$$7,78\text{cm} - 5,83\text{cm} = 1,95\text{cm}$$

3. Tính toán thời gian cần thiết để bay hơi lượng nước (1,95cm) trong bùn và lượng nước mưa:

- Xác định tốc độ bay hơi (thời gian cần để bay hơi 1cm nước) (ngày/cm). Kết quả tính toán ở cột (E) trong Bảng 2-17. Ví dụ đối với tháng một:

$$\begin{aligned} \text{Tốc độ bay hơi trung bình} &= \text{số ngày trong tháng} / (\text{lượng bay hơi} \times 0,75) \\ &= 31 / [(135,6/10) \times 0,75] = 3,05 \text{ ngày} \end{aligned}$$

BẢNG 2-17.

Tiến trình và kết quả tính toán

| Tháng | Số ngày | (A) | (B) | (C) | (D) | (E) | (F) | (G) | (H) |
|-------|---------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1 | 31 | 88,9 | 135,6 | 50,7 | 101,7 | 3,05 | 5,94 | 15,44 | 21,38 |
| 2 | 28 | 62,5 | 152,4 | 35,6 | 114,3 | 2,45 | 4,78 | 8,72 | 13,50 |
| 3 | 31 | 66,8 | 182,9 | 38,1 | 137,2 | 2,26 | 4,41 | 8,61 | 13,01 |
| 4 | 30 | 88,9 | 210,1 | 50,7 | 157,5 | 1,90 | 3,71 | 9,65 | 13,36 |
| 5 | 31 | 84,8 | 271,8 | 48,4 | 203,8 | 1,52 | 2,97 | 7,35 | 10,32 |
| 6 | 30 | 80,3 | 266,7 | 45,8 | 200,0 | 1,50 | 2,92 | 6,86 | 9,79 |
| 7 | 31 | 39,6 | 322,3 | 22,6 | 241,7 | 1,28 | 2,50 | 2,90 | 5,40 |
| 8 | 31 | 62,5 | 274,3 | 35,6 | 205,7 | 1,51 | 2,94 | 5,37 | 8,30 |
| 9 | 30 | 93,7 | 216,9 | 53,4 | 162,7 | 1,84 | 3,60 | 9,85 | 13,45 |
| 10 | 31 | 62,5 | 149,1 | 35,6 | 111,8 | 2,77 | 5,41 | 9,87 | 15,28 |
| 11 | 30 | 53,3 | 104,4 | 30,4 | 78,3 | 3,83 | 7,47 | 11,65 | 19,12 |
| 12 | 31 | 57,9 | 64,5 | 33,0 | 48,4 | 6,41 | 14,49 | 21,15 | 33,64 |

Ghi chú:

(A) = Lượng mưa (mm/tháng)

(B) = Lượng bay hơi (mm/tháng)

(C) = Lượng mưa $\times 0,57$ mm/tháng (C) = (A) $\times 0,57$

(D) = Lượng bay hơi $\times 0,75$ mm/tháng (D) = (B) $\times 0,75$

(E) = Tốc độ bay hơi trung bình ngày/cm độ sâu (E = số ngày / [(D)/10])

(F) = Thời gian cần thiết bay hơi 1,95 cm (F) = (E) $\times 1,95$

(G) = Thời gian cần thiết bay hơi lượng mưa (G) = (E) $\times [(C)/10]$

(H) = Thời gian tổng cộng (H) = (F) + (G)

- Xác định thời gian cần thiết để bay hơi 1,95cm nước trong bùn. Kết quả tính toán ở cột (F) trong Bảng 2-17. Ví dụ đối với tháng một:

$$T_{\text{bùn}} = 3,05\text{ngày/cm} \times 1,95\text{cm} = 5,95\text{ngày}$$

- Xác định thời gian cần thiết để bay hơi lượng nước mưa trung bình mỗi tháng. Kết quả tính toán ở cột (G) trong Bảng 2-17. Ví dụ đối với tháng một:

$$T_{\text{mưa}} = 3,05\text{ngày/cm} \times 5,07\text{cm} = 15,47\text{ngày}$$

- Thời gian tổng cộng để bay hơi cả lượng nước mưa và lượng nước trong bùn sau giai đoạn thoát nước tự do cho trong cột (H) của Bảng 2-17. Ví dụ đối với tháng một:

$$T_{\text{TC}} = 5,95\text{ngày} + 15,47\text{cm} = 21,42\text{ngày}$$

- Thời gian thiết kế cần thiết T_u là giá trị trong tháng có thời gian bay hơi dài nhất, tức là giá trị lớn nhất trong cột (H). Trong ví dụ này $T_u = 33,64$ ngày (tháng 12).

4. Thiết kế sân phơi bùn:

- Trọng lượng riêng của bùn (S_b):

$$\text{Tỷ trọng của bùn} \times \gamma_{\text{nước}} = 1,04 \times 1.000 \text{ kg/m}^3 = 1.040 \text{ kg/m}^3$$

- Tải trọng chất rắn cho sân phơi bùn:

$$L = \frac{S_b \times y_o \times s_v}{T_{ik}} = \frac{1.040(\text{kg/m}^3) \times 35\text{cm} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \times \frac{4}{100}}{33,64 \text{ ngày}} = 0,433 \text{ kg/m}^2/\text{ngày}$$

- Diện tích sân phơi bùn:

$$A = \frac{M(\text{kg chất rắn khô/ngày})}{L(\text{kg/m}^2/\text{ngày})} = \frac{1.000}{0,433} = 2310 \text{ m}^2$$

PHẦN THỨ HAI

XỬ LÝ NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ VÀ KHU DÂN CƯ

TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHO KHU ĐÔ THỊ 420.000 DÂN

3.1. NHIỆM VỤ THIẾT KẾ VÀ CÁC SỐ LIỆU CƠ SỞ

Thành phố “Thịnh Mỹ” dự kiến được xây dựng ở huyện Thủ Đức – Thành phố Hồ Chí Minh với số dân vào khoảng 420.000 người. Yêu cầu nghiên cứu, khảo sát và tính toán, thiết kế trạm xử lý nước thải tập trung cho toàn thành phố đảm bảo các yêu cầu về bảo vệ môi trường theo qui định của nhà nước. Các số liệu cơ sở phục vụ cho tính toán thiết kế được giới thiệu dưới đây:

- Tiêu chuẩn thoát nước q:
 - Tiêu chuẩn thoát nước trung bình: $q_{tb} = 180$ lít/ người/ngđ;
 - Tiêu chuẩn thoát nước trong ngày dùng nước lớn nhất: $q_{max} = 220$ lít/người/ngđ.
- Thành phố có một số cơ sở công nghiệp quan trọng thuộc các lĩnh vực ngành nghề: chế biến thực phẩm và thủy hải sản, dệt nhuộm, hóa chất, bột giấy và giấy, thuộc da, cao su,... Nước thải của các xí nghiệp công nghiệp sau khi đã xử lý cục bộ đạt yêu cầu được dẫn vào mạng lưới thoát nước đô thị và sau đó đến trạm xử lý nước thải tập trung của thành phố. Các số liệu liên quan đến nước thải công nghiệp như sau:

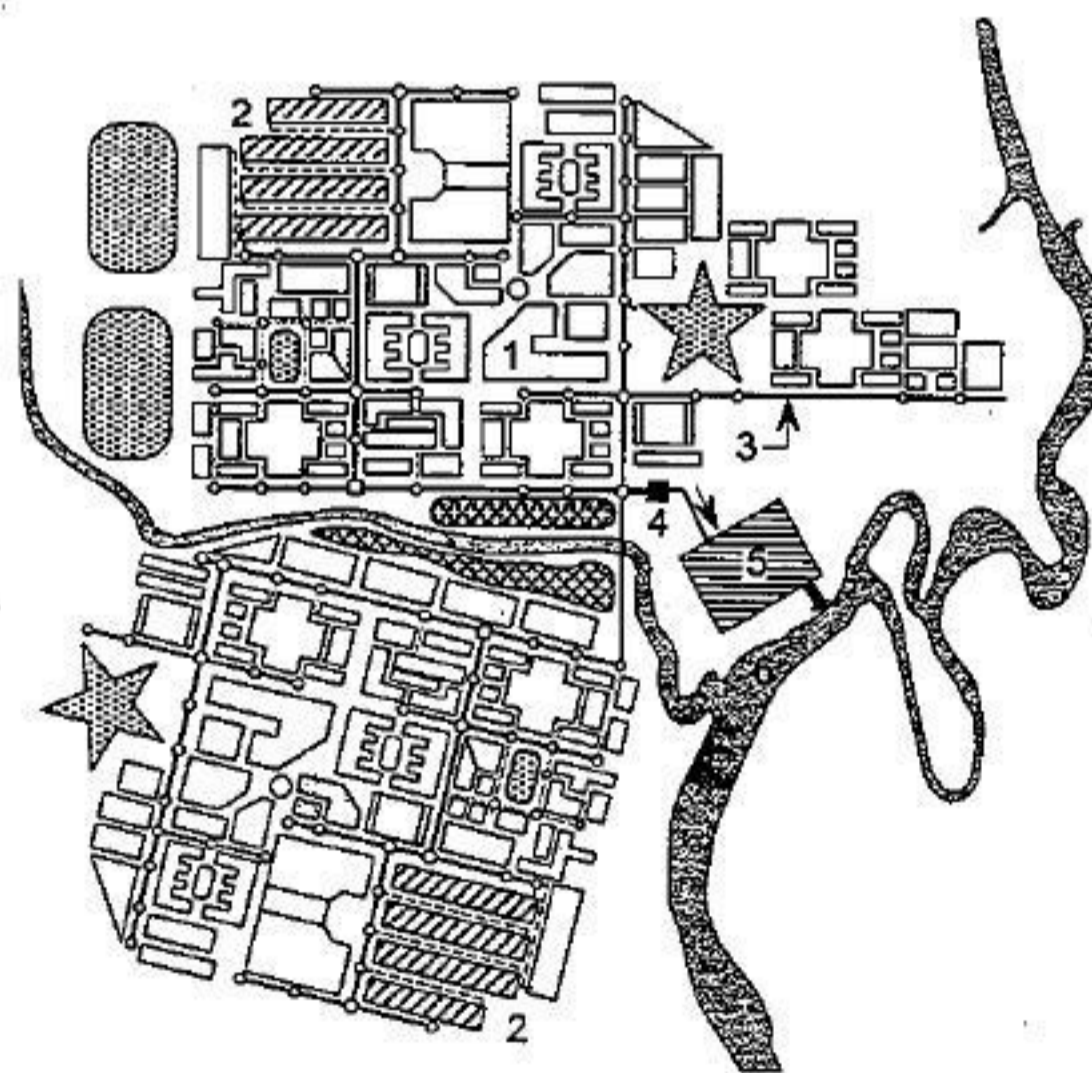
- Lưu lượng nước thải công nghiệp $Q_{cn} = 28.380 \text{ m}^3/\text{ngày}$;
- Chế độ xả nước thải công nghiệp vào mạng lưới thoát nước thành phố theo từng giờ được thể hiện ở Bảng 3-1.
- Chất lượng nước thải công nghiệp sau khi xử lý cục bộ:
 - Nhiệt độ không vượt quá 32°C ;
 - Hàm lượng chất lơ lửng: $C_{cn} = 320 \text{ mg/L}$;
 - Nhu cầu oxy sinh hóa trong 5 ngày đêm: $\text{NOS}_5 = 290 \text{ mg/L}$;
 - Hàm lượng các chất độc hại không vượt chỉ tiêu qui định.
- Các số liệu thủy văn và chất lượng nước của nguồn tiếp nhận nước thải - sông Đồng Nai (nguồn loại A) với các số liệu sau:
 - Lưu lượng trung bình nhỏ nhất của nước sông là: $Q_s = 40 \text{ m}^3/\text{s}$;
 - Vận tốc dòng chảy trung bình: $V_{tb} = 0,5 \text{ m/s}$;
 - Chiều sâu trung bình: $H_{tb} = 32 \text{ m}$;
 - Hàm lượng chất lơ lửng trong nước sông: $b_s = 12 \text{ mg/L}$;
 - Hàm lượng oxy hòa tan: $O_s = 4,8 \text{ mg/L}$;
 - Nhu cầu oxy sinh hóa NOS_5 : $L_s = 4,3 \text{ mg/L}$;
 - Nhiệt độ trung bình của nước sông là: $T = 27^\circ\text{C}$.
- Các số liệu về thời tiết, địa chất thủy văn và địa chất công trình:
 - Nhiệt độ trung bình năm của không khí: 24°C ;
 - Hướng gió chủ đạo trong năm: Đông - Nam;
 - Mức nước ngầm cao nhất ở khu vực đang xét: 6m ;
 - Cấu tạo địa chất ở vùng xây dựng trạm xử lý: tham khảo các số liệu khảo sát địa chất khu vực Thủ Đức - Thành phố Hồ Chí Minh.
- Yêu cầu cơ bản về chất lượng nước thải sau khi xử lý xả vào sông Đồng Nai (nguồn loại A) như sau:
 - pH: $6 \div 9$;
 - Chất lơ lửng: Không vượt quá 22 mg/L ;
 - NOS_{20} : Không vượt quá $15 \div 20 \text{ mg/L}$;
 - Các chất nguy hại: Không vượt quá các giới hạn cho phép.

Sơ đồ mặt bằng tổng thể thành phố Thịnh Mỹ và vị trí xây dựng trạm xử lý nước thải tập trung được thể hiện trên Hình 3-1.

BẢNG 3-1.

Lưu lượng nước thải công nghiệp xả vào mạng lưới thoát nước thành phố theo từng giờ trong ngày

| Các giờ trong ca 1 | Lưu lượng Q (m^3) | Các giờ trong ca 2 | Lưu lượng Q (m^3) | Các giờ trong ca 3 | Lưu lượng Q (m^3) |
|--------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|
| 0 - 1 | 430 | 8 - 9 | 2200 | 16 - 17 | 1140 |
| 1 - 2 | 500 | 9 - 10 | 2850 | 17 - 18 | 1680 |
| 2 - 3 | 650 | 10 - 11 | 2450 | 18 - 19 | 1200 |
| 3 - 4 | 660 | 11 - 12 | 2140 | 19 - 20 | 1030 |
| 4 - 5 | 1030 | 12 - 13 | 1030 | 20 - 21 | 980 |
| 5 - 6 | 1040 | 13 - 14 | 1040 | 21 - 22 | 840 |
| 6 - 7 | 1200 | 14 - 15 | 840 | 22 - 23 | 760 |
| 7 - 8 | 1250 | 15 - 16 | 800 | 23 - 24 | 640 |
| Tổng cộng | 6760 | | 13350 | | 8270 |



HÌNH 3-1.

Mặt bằng tổng thể Thành phố Thịnh Mỹ và vị trí trạm xử lý nước thải.

- 1- Nhà phố; 2- Các xí nghiệp công nghiệp; 3- Mạng lưới thoát nước;
4- Trạm bơm nước thải; 5- Trạm xử lý nước thải; 6- Sông Đồng Nai.

3.2. XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN

Nội dung xác định các thông số tính toán cho trạm xử lý nước thải gồm:

- Lưu lượng tính toán;
- Nồng độ bẩn theo chất lơ lửng và theo NOS.
- Dân số tính toán;
- Mức độ cần thiết xử lý nước thải.

3.2.1. Xác định lưu lượng tính toán của nước thải

Lưu lượng nước thải sinh hoạt

- Lưu lượng trung bình ngày đêm của nước thải sinh hoạt ($Q_{th-ngđ}^{sh}$) được tính theo công thức sau:

$$Q_{th-ngđ}^{sh} = \frac{q_{th} \times N}{1000} = \frac{180 \times 420000}{1000} = 75600 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Trong đó: q_{th} = Tiêu chuẩn thoát nước trung bình, $q_{th} = 180 \text{ L/ng.ngđ}$;
 N = Dân số của thành phố, $N = 420000$ người.

- Lưu lượng trung bình giờ (Q_{th-h}^{sh}):

$$Q_{th-h}^{sh} = \frac{q_{th} \times N}{1000 \times 24} = \frac{180 \times 420000}{1000 \times 24} = 3150 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Lưu lượng trung bình giây (Q_{th-s}^{sh}):

$$Q_{th-s}^{sh} = \frac{q_{th} \times N}{24 \times 3600} = \frac{180 \times 420000}{24 \times 3600} = 875 \text{ L/s}$$

- Lưu lượng lớn nhất ngày đêm ($Q_{max-ngđ}^{sh}$):

$$Q_{max-ngđ}^{sh} = \frac{q_{max} \times N}{1000} = \frac{220 \times 420000}{1000} = 92400 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Trong đó: q_{max} = Tiêu chuẩn thoát nước ngày dùng nước lớn nhất, $q_{max} = 220 \text{ L/ng.ngđ}$.

- Lưu lượng lớn nhất giờ (Q_{max-h}^{sh}):

$$Q_{max-h}^{sh} = Q_{th-h}^{sh} \times K_{ch} = 3150 \times 1,16 = 3654 \text{ m}^3/\text{h}$$

Trong đó: K_{ch} = Hệ số không điều hòa chung của nước thải lấy theo quy định ở Điều 2.1.2 - Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84 và có thể tham khảo ở Bảng 3-2.

- Lưu lượng lớn nhất giây (Q_{max-s}^{sh}):

$$Q_{max-s}^{sh} = Q_{th-s}^{sh} \times K_{ch} = 875 \times 1,16 = 1015 \text{ L/s}$$

(Với $Q_{th-s}^{sh} = 875 \text{ L/s}$, theo Bảng 3-2 lấy $K_{ch} = 1,16$)

Lưu lượng nước thải công nghiệp

Nước thải công nghiệp sau khi xử lý cục bộ coi như chảy điều hòa đến trạm xử lý tập trung (Hệ số không điều hòa ngày đêm $K_{ngđ} = 1$).

- Lưu lượng trung bình giờ của nước thải công nghiệp trong ngày đêm:

$$Q_{th-h}^{cn} = \frac{Q_{cn}}{24} = \frac{28380}{24} = 1182,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Lưu lượng trung bình giờ của 1 ca dùng nước lớn nhất ($Q_{th-h-max}^{cn}$):

$$Q_{th-h-max}^{cn} = \frac{Q_{max-ca}^{cn}}{T} = \frac{13350}{8} = 1668,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

Trong đó: Q_{max-ca}^{cn} = Lưu lượng nước thải của ca dùng nước nhiều nhất,

$Q_{max-ca}^{cn} = 13350 \text{ m}^3/\text{ca}$ (dựa theo Bảng 3-1);

T = Thời gian làm việc của mỗi ca, $T = 8 \text{ h}$.

- Lưu lượng trung bình giây của nước thải công nghiệp (Q_{th-s}^{cn}):

$$Q_{th-s}^{cn} = \frac{Q_{th-h}^{cn}}{3,6} = \frac{1182,5}{3,6} = 328,47 \text{ L/s}$$

BẢNG 3-2.

Hệ số không điều hòa chung

| Q_{th-s} (L/s) | 5 | 15 | 30 | 50 | 100 | 200 | 300 | 500 | 800 | 1250 |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|
| K_{ch} | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,35 | 1,25 | 1,2 | 1,15 |

- Lưu lượng trung bình giây của nước thải công nghiệp trong ca dùng nước lớn nhất ($Q_{tb-s,max}^{cn}$):

$$Q_{tb-s,max}^{cn} = \frac{Q_{tb-h,max}^{cn}}{3,6} = \frac{1668,75}{3,6} = 463,54 \text{ L/s}$$

- Lưu lượng nước thải công nghiệp lớn nhất giờ (Q_{max-h}^{cn}):

$$Q_{max-h}^{cn} = 2850 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (lấy theo Bảng 3-3)}$$

- Lưu lượng nước thải công nghiệp lớn nhất giây (Q_{max-s}^{cn}):

$$Q_{max-s}^{cn} = \frac{Q_{max-h}^{cn}}{3,6} = \frac{2850}{3,6} = 791,67 \text{ L/s}$$

Lưu lượng tổng cộng của nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp

Lưu lượng tổng cộng của nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp theo từng giờ trong ngày đêm được ghi ở Bảng 3-3. Xác định lưu lượng tổng cộng của hỗn hợp nước thải (sinh hoạt và công nghiệp) như sau:

- Lưu lượng trung bình giờ (Q_{tb-h}^{tc}):

$$Q_{tb-h}^{tc} = \frac{Q_{tb-ng\grave{a}y}^{tc}}{24} = \frac{103980}{24} = 4332,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Lưu lượng trung bình giây (Q_{tb-s}^{tc}):

$$Q_{tb-s}^{tc} = \frac{Q_{tb-h}^{tc}}{3,6} = \frac{4332,5}{3,6} = 1203,47 \text{ L/s}$$

- Lưu lượng nước thải tổng cộng lớn nhất ngày đêm ($Q_{max-ng\grave{a}y}^{tc}$):

$$Q_{max-ng\grave{a}y}^{tc} = Q_{max-ng\grave{a}y}^{sh} + Q_{ng\grave{a}y}^{cn} = 92400 + 28380 = 120780 \text{ m}^3/\text{ng\grave{a}y}$$

- Lưu lượng nước thải tổng cộng lớn nhất giờ $Q_{max-h}^{tc} = 7131,4 \text{ m}^3/\text{h}$ (theo Bảng 3-3).

- Lưu lượng nước thải tổng cộng lớn nhất giây Q_{max-s}^{tc} :

$$Q_{max-s}^{tc} = \frac{Q_{max-h}^{tc}}{3,6} = \frac{7131,4}{3,6} = 1980,94 \text{ L/s}$$

BẢNG 3-3.

Phân bố lưu lượng tổng cộng nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp theo từng giờ trong ngày đêm

| Các giờ | Nước thải sinh hoạt | | Nước thải công nghiệp | | Lưu lượng tổng cộng Q^{tc} | |
|-----------|---------------------|--------|-----------------------|---------|------------------------------|--|
| | % Q_h | m^3 | Q_{cn}, m^3 | m^3 | % Q^{tc} | |
| 0 - 1 | 1,85 | 1398,6 | 430 | 1828,6 | 1,76 | |
| 1 - 2 | 1,85 | 1398,6 | 500 | 1898,6 | 1,83 | |
| 2 - 3 | 1,85 | 1398,6 | 650 | 2048,6 | 1,97 | |
| 3 - 4 | 1,85 | 1398,6 | 660 | 2058,6 | 1,98 | |
| 4 - 5 | 1,85 | 1398,6 | 1030 | 2428,6 | 2,34 | |
| 5 - 6 | 4,80 | 3628,8 | 1040 | 4668,8 | 4,49 | |
| 6 - 7 | 5,00 | 3780,0 | 1200 | 4980,0 | 4,79 | |
| 7 - 8 | 5,00 | 3780,0 | 1250 | 5030,0 | 4,84 | |
| 8 - 9 | 5,65 | 4271,4 | 2200 | 6471,4 | 6,22 | |
| 9 - 10 | 5,65 | 4271,4 | 2850 | 7131,4 | 6,86 | |
| 10 - 11 | 5,65 | 4271,4 | 2450 | 6721,4 | 6,46 | |
| 11 - 12 | 5,25 | 3969,0 | 2140 | 6109,0 | 5,88 | |
| 12 - 13 | 5,00 | 3780,0 | 1030 | 4810,0 | 4,62 | |
| 13 - 14 | 5,25 | 3969,0 | 1040 | 5009,0 | 4,82 | |
| 14 - 15 | 5,65 | 4271,4 | 840 | 5111,4 | 4,92 | |
| 15 - 16 | 5,65 | 4271,4 | 800 | 5071,4 | 4,88 | |
| 16 - 17 | 5,65 | 4271,4 | 1140 | 5411,4 | 5,20 | |
| 17 - 18 | 4,85 | 3666,6 | 1680 | 5346,6 | 5,14 | |
| 18 - 19 | 4,85 | 3666,6 | 1200 | 4866,6 | 4,68 | |
| 19 - 20 | 4,85 | 3666,6 | 1030 | 4696,6 | 4,52 | |
| 20 - 21 | 4,85 | 3666,6 | 980 | 4646,6 | 4,46 | |
| 21 - 22 | 3,45 | 2608,2 | 840 | 3448,2 | 3,32 | |
| 22 - 23 | 1,85 | 1398,6 | 760 | 2158,6 | 2,07 | |
| 23 - 24 | 1,85 | 1398,6 | 640 | 2038,6 | 1,95 | |
| Tổng cộng | 100 | 75.600 | 28.380 | 103.980 | 100 | |

- Lưu lượng nước thải tổng cộng nhỏ nhất giờ, $Q_{min-h}^{tc} = 1828,6 \text{ m}^3/\text{h}$ (theo Bảng 3-3).

- Lưu lượng nước thải tổng cộng nhỏ nhất giây (Q_{min-s}^{tc}):

$$Q_{min-s}^{tc} = \frac{Q_{min-h}^{tc}}{3,6} = \frac{1828,6}{3,6} = 507,94 \text{ L/s}$$

3.2.2. Xác định nồng độ bản của nước thải

Hai chỉ tiêu cơ bản để tính toán thiết kế công nghệ xử lý nước thải là:

- Hàm lượng chất lơ lửng, C;
- Nhu cầu oxy sinh hóa (NOS), L.

Hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải sinh hoạt có thể tính theo công thức:

$$C_{sh} = \frac{n_{II} \times 1000}{q_{tb}} = \frac{55 \times 1000}{180} = 305,56 \text{ mg/L}$$

Trong đó: n_{II} = Tải lượng chất rắn lơ lửng của nước thải sinh hoạt tính cho 1 người trong ngày đêm lấy theo Bảng 1-3, $n_{II} = 55 \text{ g/ng.ngđ}$;
 q_{tb} = Tiêu chuẩn thoát nước trung bình, $q_{tb} = 180 \text{ L/ng.ngđ}$.

Hàm lượng chất lơ lửng trong hỗn hợp nước thải:

$$C_{tc} = \frac{C_{sh} Q_{sh} + C_{cn} Q_{cn}}{Q_{sh} + Q_{cn}} = \frac{(305,56 \times 75600) + (320 \times 28380)}{75600 + 28380} = 309,5 \text{ mg/L}$$

Trong đó: C_{sh}, C_{cn} = Hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp: $C_{sh} = 305,56 \text{ mg/L}$, $C_{cn} = 320 \text{ mg/L}$;
 Q_{sh}, Q_{cn} = Lưu lượng trung bình ngày đêm của nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp, $\text{m}^3/\text{ngđ}$.

Hàm lượng NOS_{20} trong nước thải sinh hoạt được tính theo công thức:

$$L_{sh} = \frac{n_{NOS} \times 1000}{q_{tb}} = \frac{35 \times 1000}{180} = 194,44 \text{ mg/L}$$

Trong đó: n_{NOS} = Tải lượng chất bản theo NOS_{20} của nước thải sinh hoạt tính cho 1 người trong ngày đêm lấy theo Bảng 1-3, $n_{NOS} = 35 \text{ g/ng.ngđ}$;

Hàm lượng NOS_{20} trong hỗn hợp nước thải:

$$L_{tc} = \frac{L_{sh} Q_{sh} + L_{cn} Q_{cn}}{Q_{sh} + Q_{cn}} = \frac{(194,44 \times 75600) + (341,18 \times 28380)}{75600 + 28380} = 234,49 \text{ mg/L}$$

Trong đó: L_{tc} = Hàm lượng NOS_{20} trong nước thải hỗn hợp, mg/L ;
 L_{cn} = Hàm lượng NOS_{20} của nước thải công nghiệp:
 $L_{cn} (\text{NOS}_{20}) = \text{NOS}_5 : 0,85 = 290 : 0,85 = 341,18 \text{ mg/L}$.

3.2.3. Dân số tính toán

Dân số tính toán bao gồm dân số của thành phố và dân số tương đương (nghĩa là dân số đặc trưng tương đương với nước thải công nghiệp).

- Dân số tương đương theo chất lơ lửng:

$$N_{II} = \frac{C_{cn} \times Q_{cn}}{n_{II}} = \frac{320 \times 28380}{55} = 165120 \text{ người}$$

- Dân số tính toán theo chất lơ lửng:

$$N_{II} = N + N_{II} = 420.000 + 165.120 = 585.120 \text{ người}$$

- Dân số tương đương theo NOS_{20} :

$$N_{III} = \frac{L_{cn} \times Q_{cn}}{n_{NOS}} = \frac{341,18 \times 28380}{35} = 276648 \text{ người}$$

- Dân số tính toán theo NOS_{20} :

$$N_{NOS} = N + N_{III} = 420.000 + 276.648 = 696.648 \text{ người}$$

3.2.4. Xác định mức độ cần thiết xử lý nước thải

Để lựa chọn phương pháp và công nghệ xử lý nước thải thích hợp bảo đảm hiệu quả xử lý đạt tiêu chuẩn xả vào sông Đồng Nai (nguồn loại A) với các yêu cầu cơ bản:

- Hàm lượng chất lơ lửng : Không vượt quá 22 mg/L ;
- NOS_{20} : Không vượt quá 15 + 20 mg/L ;
- Các chất độc hại từ nước thải công nghiệp phải xử lý cục bộ đạt các chỉ tiêu ghi ở Điều 6.1.2 - Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84.

Mức độ cần thiết xử lý nước thải thường được xác định theo:

- Hàm lượng chất lơ lửng (phục vụ tính toán công nghệ xử lý cơ học);
- Hàm lượng NOS (phục vụ cho việc tính toán các công trình và công nghệ xử lý sinh học).

Mức độ cần thiết xử lý nước thải theo chất lơ lửng được tính theo công thức:

$$D = \frac{C_{tc} - m}{C_{tc}} \times 100\% = \frac{309,5 - 22}{309,5} \times 100\% = 92,9\%$$

Trong đó: m = Hàm lượng chất lơ lửng của nước thải sau xử lý cho phép xả vào nguồn nước, $m = 22$ mg/L;
 C_{tc} = Hàm lượng chất lơ lửng trong hỗn hợp nước thải, $C_{tc} = 309,5$ mg/L.

Mức độ cần thiết xử lý nước thải theo NOS_{20} :

$$D = \frac{L_{tc} - L_t}{L_{tc}} \times 100\% = \frac{234,49 - 15}{234,49} \times 100\% = 93,6\%$$

Trong đó: L_t = Hàm lượng NOS_{20} của thải sau xử lý cho phép xả vào nguồn nước, $L_t = 15$ mg/L;
 L_{tc} = Hàm lượng NOS_{20} của hỗn hợp nước thải, $L_{tc} = 234,49$ mg/L.

Kết quả tính toán về mức độ cần thiết xử lý nước thải của các phương án đang xét cho thấy cần thiết phải xử lý sinh học hoàn toàn.

PHÂN THAM KHẢO THÊM

Mức độ cần thiết xử lý nước thải liên quan chặt chẽ đến quá trình tự làm sạch của nguồn nước mà trước hết là khả năng và mức độ pha loãng giữa nước thải với nước nguồn tiếp nhận. Với dòng chảy một chiều của nguồn nước, mức độ pha loãng của nước thải được tính toán thông qua hệ số pha loãng a :

1. Tính toán mức độ pha loãng

Để tính toán lưu lượng nước sông tham gia quá trình pha loãng, thường xác định hệ số pha loãng a theo công thức:

$$a = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt{L_1}}}{1 + \frac{Q_s}{Q} e^{-\alpha \sqrt{L_1}}}$$

Trong đó: Q_s = Lưu lượng nước sông, $Q_s = 40$ m³/s;
 Q = Lưu lượng trung bình giây của nước thải, $Q = 1203,47$ L/s hay $Q = 1,203$ m³/s;
 α = Hệ số tính đến các yếu tố thủy lực trong quá trình pha loãng được tính theo công thức:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \sqrt[3]{\frac{E}{Q}}$$

Trong đó: φ = Hệ số tính đến mức độ uốn lượn của dòng sông:

$$\varphi = \frac{L_1}{L_{th}} = \frac{12.000}{10.000} = 1,2$$

Ở đây: L_1 = Khoảng cách từ cống xả đến điểm tính toán theo lạch sông, ví dụ $L_1 = 12000$ m;

L_{th} = Khoảng cách từ cống xả đến điểm tính toán theo đường thẳng, ví dụ $L_{th} = 10000$ m.

ξ = Hệ số phụ thuộc vào vị trí đặt miệng xả:

Khi xả ngay cạnh bờ sông : $\xi = 1,0$

Khi xả giữa lòng sông : $\xi = 1,5$

(Chọn vị trí đặt miệng xả giữa lòng sông : $\xi = 1,5$)

E = Hệ số dòng chảy rối. Đối với các dòng sông vùng đồng bằng, E có thể xác định theo công thức:

$$E = \frac{v_{th} \times H_{th}}{200} = \frac{0,5 \times 3,2}{200} = 0,008$$

Ở đây: v_{th} = Vận tốc dòng chảy trung bình của nước sông, $v_{th} = 0,5$ m/s;

H_{th} = Chiều sâu trung bình của sông, $H_{th} = 3,2$ m.

Khi đó hệ số α sẽ là:

$$\alpha = 1,2 \times 1,5 \sqrt[3]{\frac{0,008}{1,203}} = 0,3385$$

Trở lại tính hệ số pha loãng a :

$$a = \frac{1 - e^{-0,3385 \sqrt{12000}}}{1 + \frac{40}{1,203} e^{-0,3385 \sqrt{12000}}} = 0,98$$

Có nghĩa là nước thải trong trường hợp đang xét được pha loãng với 98% lưu lượng nước sông.

Số lần pha loãng giữa nước thải và nước sông sẽ là:

$$n = \frac{aQ_s + Q}{Q} = \frac{(0,98 \times 40) + 1,203}{1,203} = 33,58 \approx 34$$

2. Tính toán mức độ cần thiết xử lý nước thải

- Mức độ cần thiết xử lý nước thải theo chất lơ lửng:

Hàm lượng chất lơ lửng của nước thải sau xử lý cần đạt trước khi xả vào sông được tính theo công thức:

$$m = P \left(\frac{aQ_s}{Q} + 1 \right) + b_s = 0,75 \left(\frac{0,98 \times 40}{1,203} + 1 \right) + 12 = 37,19 \text{ mg/L}$$

Trong đó: P = Hàm lượng chất lơ lửng tăng cho phép trong nguồn nước, lấy theo phụ lục A - Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84: với nguồn loại I, P = 0,75 mg/L;

b_s = Hàm lượng chất lơ lửng trong nước sông trước khi xả nước thải vào sông, $b_s = 12$ mg/L.

Mức độ cần thiết xử lý nước thải theo chất lơ lửng được tính theo công thức:

$$D = \frac{C_{lc} - m}{C_{lc}} \times 100\% = \frac{309,5 - 37,19}{309,5} \times 100\% = 87,98\%$$

- Mức độ cần thiết xử lý nước thải theo NOS_{20} :

Hàm lượng NOS_{20} của nước thải cần đạt được sau xử lý được tính theo công thức:

$$L_t = \frac{aQ_s}{Q} \left(\frac{3}{10^{-K_1 t}} - L_s \right) + \frac{3}{10^{-K_1 t}}$$

Trong đó: K_1 = Hằng số tốc độ nhu cầu oxy của hỗn hợp nước thải và nước sông, K_1 (20°C) = 0,1. Đối với dòng nước có nhiệt độ T (°C), hằng số K_1 xác định như sau:

$$K_1(T) = K_1(20^\circ\text{C}) \times 1,047^{(T-20)}$$

$$K_1(T) = 0,1 \times 1,047^{(27-20)} = 1,38$$

Ở đây: T là nhiệt độ trung bình của nước sông, T = 27°C

t = Thời gian dòng chảy từ miệng xả đến vị trí tính toán:

$$t = \frac{L_1}{v_{th} \times 86 \times 400} = \frac{12.000}{0,5 \times 86 \times 400} = 0,28 \text{ ngày đêm}$$

L_s = Hàm lượng NOS_{20} của nước sông trước khi xả nước thải vào:

$$L_s = NOS_5 : 0,85 = 4,3 : 0,85 = 5,06 \text{ mg/L}$$

$$L_t = \frac{0,98 \times 40}{1,203} \left(\frac{3}{10^{-(1,38 \times 0,28)}} - 5,06 \right) + \frac{3}{10^{-(1,38 \times 0,28)}} = 25,2 \text{ mg/L}$$

Mức độ cần thiết xử lý nước thải theo NOS_{20} được tính theo công thức:

$$D = \frac{L_{lc} - L_t}{L_{lc}} \times 100\% = \frac{234,49 - 25,2}{234,49} \times 100\% = 89\%$$

3.3. TÍNH TOÁN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Tính toán công nghệ xử lý nước thải bao gồm các nội dung sau:

- Lựa chọn sơ đồ công nghệ của trạm xử lý;
- Tính toán các công trình đơn vị;
- Tính toán chi phí xử lý (phần này sẽ được trình bày riêng).

3.3.1. Lựa chọn sơ đồ công nghệ của trạm xử lý

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

- Công suất của trạm xử lý;
- Thành phần và đặc tính của nước thải;
- Mức độ cần thiết xử lý nước thải;
- Tiêu chuẩn xả nước thải vào các nguồn tiếp nhận tương ứng;
- Phương pháp sử dụng cặn;
- Điều kiện mặt bằng và đặc điểm địa chất thủy văn khu vực xây dựng trạm xử lý nước thải;
- Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật khác.

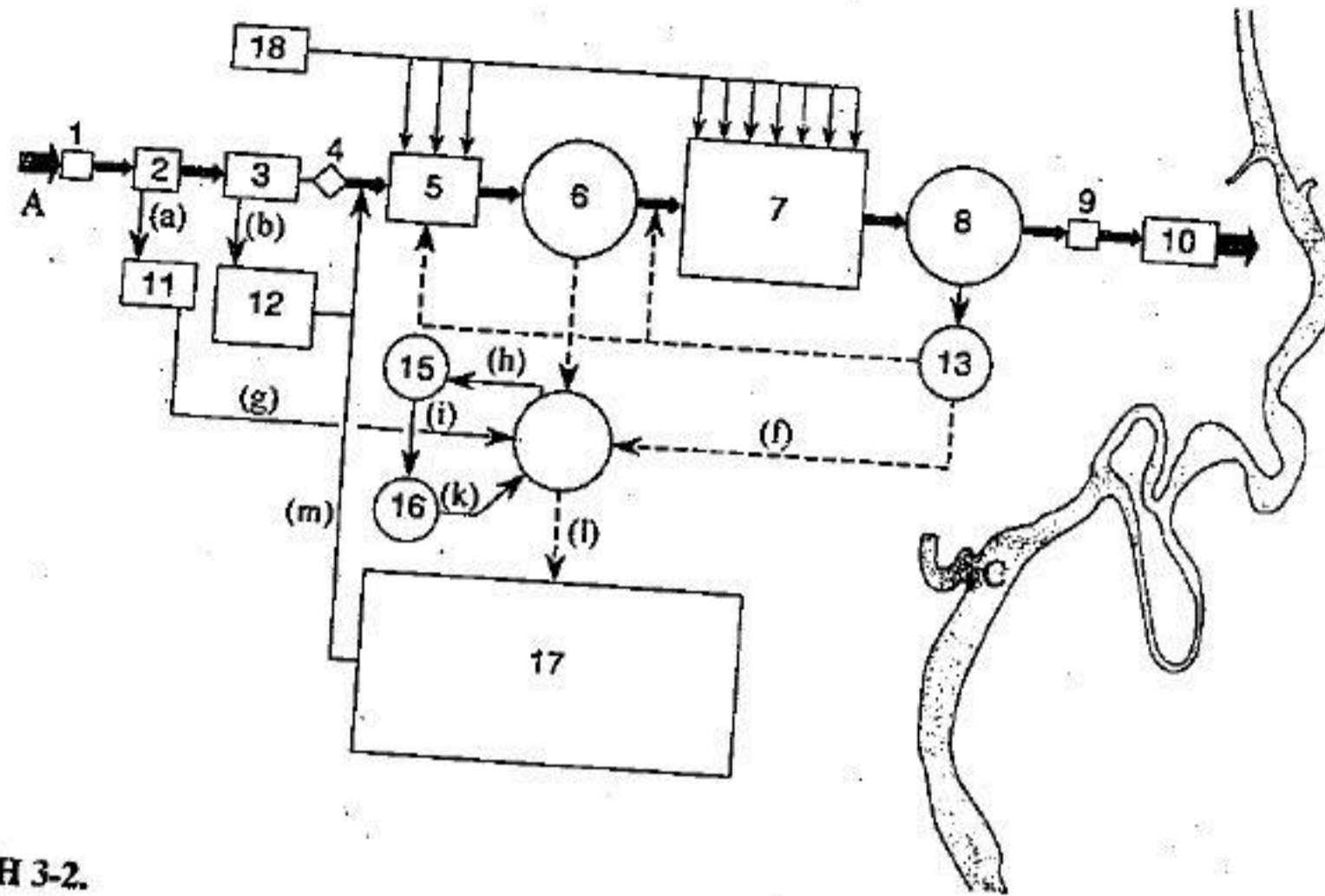
Ngoài ra cần lưu ý rằng, các công trình đơn vị xử lý nước thải được bố trí sao cho nước thải có thể tự chảy từ công trình này đến công trình tiếp theo để giảm chi phí sử dụng bơm chuyển tiếp.

Từ những điều kiện đã phân tích, có thể chọn lựa 2 phương án (tương ứng với 2 sơ đồ công nghệ) để tính toán công nghệ xử lý nước thải và so sánh lựa chọn phương án nào thích hợp và có hiệu quả kinh tế - kỹ thuật tốt hơn.

Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải của phương án I được giới thiệu ở Hình 3-2 và của phương án II được thể hiện ở Hình 3-32.

Phương án I: gồm các giai đoạn xử lý và các công trình xử lý đơn vị như sau:

- Xử lý cơ học:
 - Ngăn tiếp nhận;
 - Song chắn rác + máy nghiền rác;
 - Bể lắng cát + sân phơi cát;



HÌNH 3-2.
Sơ đồ tính toán công nghệ xử lý nước thải cho khu đô thị 420000 dân (Phương án I).

Chú thích:

A : Nước thải từ hệ thống thoát nước đô thị tới;
B : Nước thải sau xử lý xả ra sông
C : Sông Đồng Nai – Nguồn tiếp nhận nước thải sau xử lý

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1 Ngăn tiếp nhận | 16 Nồi hơi |
| 2 Song chắn rác | 17 Sân phơi bùn |
| 3 Bể lắng cát ngang | 18 Trạm khí nén |
| 4 Máng đo lưu lượng | (a) Rác |
| 5 Bể làm thoáng sơ bộ | (b) Hỗn hợp cát – nước |
| 6 Bể lắng ly tâm đợt I | (c) Cặn tươi |
| 7 Bể bùn hoạt tính (Aeroten) | (d) Bùn hoạt tính |
| 8 Bể lắng ly tâm đợt II | (e) Bùn hoạt tính tuần hoàn |
| 9 Mương trộn clo với nước thải | (f) Bùn hoạt tính dư |
| 10 Bể tiếp xúc | (g) Rác đã được nghiền nhỏ |
| 11 Máy nghiền rác | (h) Biogas |
| 12 Sân phơi cát | (i) Khí đốt |
| 13 Bể nén bùn | (k) Hơi nóng |
| 14 Bể mê tan | (l) Cặn đã được lên men |
| 15 Bể làm sạch khí biogas | (m) Nước tách từ sân phơi bùn |

- Bể lắng ly tâm (đợt I);
- Bể làm thoáng sơ bộ;
- **Xử lý sinh học:**
 - Aeroten (vi sinh vật lơ lửng – bùn hoạt tính);
 - Bể lắng đợt II (dạng bể lắng ly tâm);
- **Xử lý cặn:**
 - Bể nén bùn;
 - Bể mê tan;
 - Làm ráo nước ở sân phơi bùn.
- **Khử trùng và xả nước thải sau xử lý ra sông:**
 - Khử trùng nước thải;
 - Bể trộn vách ngăn có lỗ;
 - Bể tiếp xúc;
 - Công trình xả nước thải sau xử lý ra sông.

3.3.2. Tính toán công nghệ và tính toán thủy lực các công trình đơn vị của phương án I

Tính toán ngăn tiếp nhận nước thải

Trạm bơm chính của thành phố sẽ bơm nước thải theo đường ống áp lực đến ngăn tiếp nhận của trạm xử lý. Ngăn tiếp nhận nước thải được đặt ở vị trí cao để nước thải từ đó có thể tự chảy qua từng công trình đơn vị của trạm xử lý.

Theo kinh nghiệm của một số nước, dựa vào các kết quả nghiên cứu thực nghiệm có cơ sở khoa học và kinh nghiệm vận hành ở các trạm xử lý, có thể lựa chọn kích thước ngăn tiếp nhận phụ thuộc vào lưu lượng tính toán Q của trạm xử lý theo Bảng 3-4.

Dựa vào lưu lượng tính toán đã được xác định: $Q_{max,h} = 7131,4 \text{ m}^3/h$ và các số liệu lưu lượng nước thải ghi ở Bảng 3-3, chọn 2 ngăn tiếp nhận với các thông số mỗi ngăn như sau:

BẢNG 3-4.

Kích thước của ngăn tiếp nhận nước thải

| Lưu lượng nước thải Q (m^3/h) | Đường kính ống áp lực, d (mm) | | Kích thước của ngăn tiếp nhận (Xem ký hiệu ở Hình 3-3) | | | | | | |
|--|---------------------------------|-------|---|------|------|-------|-----|-------|-----|
| | 1 ống | 2 ống | A | B | H | H_1 | h | h_1 | b |
| 100 ÷ 200 | 250 | 150 | 1500 | 1000 | 1300 | 1000 | 400 | 400 | 250 |
| 250 | 300 | 200 | 1500 | 1000 | 1300 | 1000 | 400 | 500 | 354 |
| 400 ÷ 650 | 400 | 250 | 1500 | 1000 | 1300 | 1000 | 400 | 650 | 500 |
| 1000 ÷ 1400 | 600 | 300 | 2000 | 2300 | 2000 | 1600 | 750 | 750 | 600 |
| 1600 ÷ 2000 | 700 | 400 | 2000 | 2300 | 2000 | 1600 | 750 | 900 | 800 |
| 2300 ÷ 2800 | 800 | 500 | 2400 | 2300 | 2000 | 1600 | 750 | 900 | 800 |
| 3000 ÷ 3600 | 900 | 600 | 2800 | 2500 | 2000 | 1600 | 750 | 900 | 800 |
| 2800 ÷ 4200 | 1000 | 800 | 3000 | 2500 | 2300 | 1800 | 800 | 1000 | 900 |

- Đường ống áp lực từ trạm bơm đến mỗi ngăn tiếp nhận: 2 ống với đường kính mỗi ống $d = 600$ mm;
- Kích thước của ngăn tiếp nhận như sau: $A = 2800$ mm; $B = 2500$ mm; $H = 2000$ mm; $H_1 = 1600$ mm; $h = 750$ mm; $h_1 = 900$ mm; $b = 800$ mm.

Cấu tạo của ngăn tiếp nhận được giới thiệu ở Hình 3-3.

Tính toán song chắn rác

Nhiệm vụ của song chắn rác là giữ lại các tạp chất có kích thước lớn (chủ yếu là rác). Đây là công trình đầu tiên trong thành phần của trạm xử lý nước thải. Nội dung tính toán song chắn rác gồm các phần sau đây:

- Tính toán mương dẫn nước thải từ ngăn tiếp nhận đến song chắn rác và mương dẫn ở mỗi song chắn rác;
- Tính toán song chắn rác.

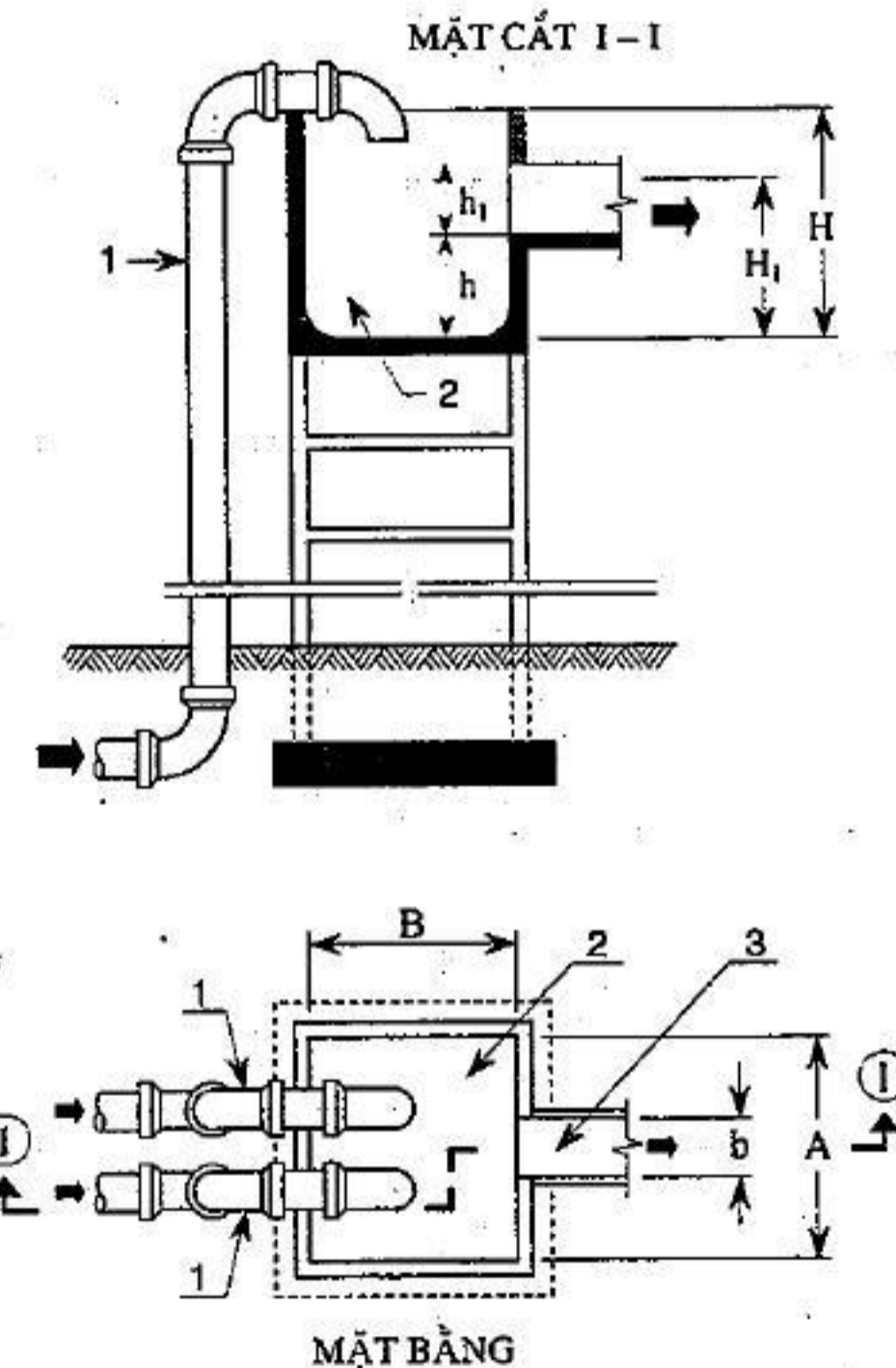
a) Tính toán mương dẫn

Mương dẫn nước thải từ ngăn tiếp nhận đến song chắn rác có tiết diện hình chữ nhật. Tính toán thủy lực của mương dẫn (xác định: độ dốc i , vận tốc v , m/s; độ đầy h , m) dựa vào bảng tính toán thủy lực. Kết quả tính toán thủy lực mương dẫn được ghi ở Bảng 3-5 và ở Hình 3-4.

BẢNG 3-5.

Kết quả tính toán thủy lực mương dẫn nước thải sau ngăn tiếp nhận

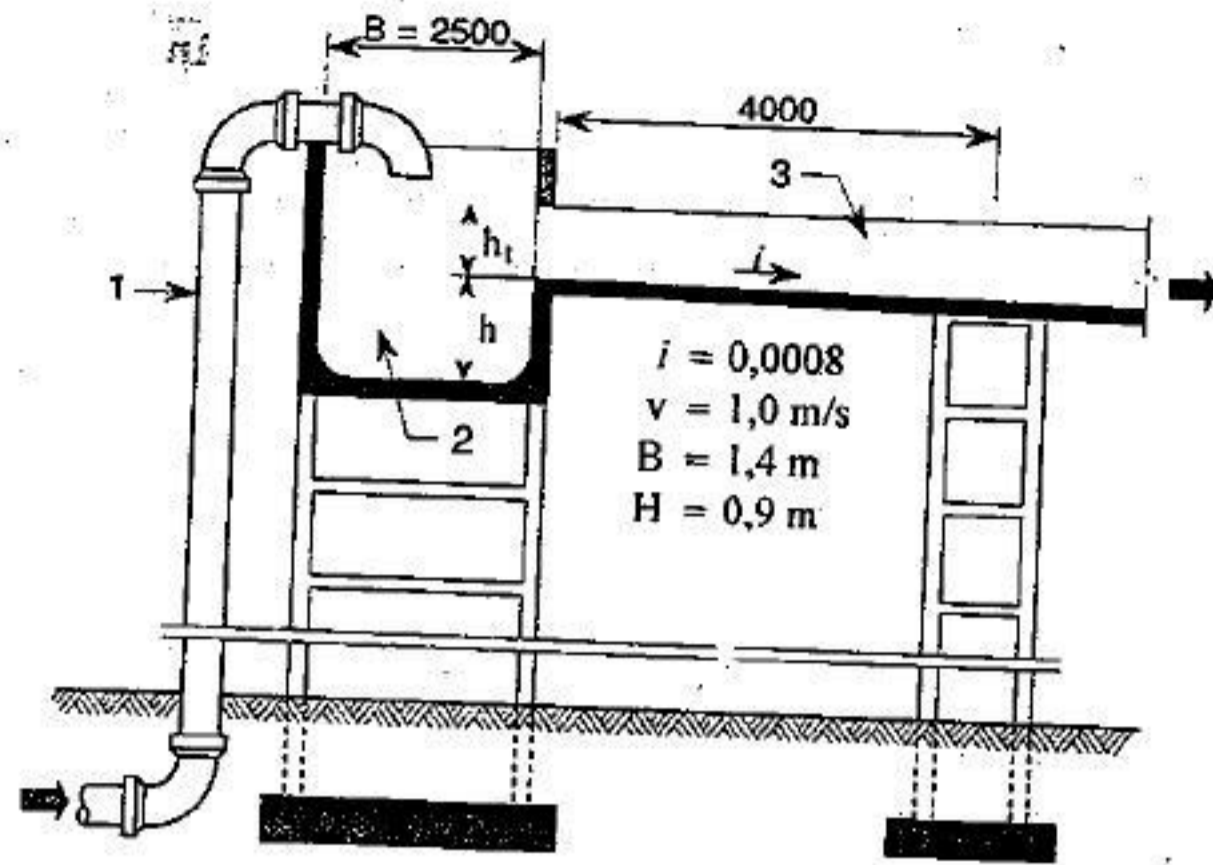
| Thông số thủy lực | Lưu lượng tính toán, L/s | | |
|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| | $Q_{tb} = 1203,5$ | $Q_{max} = 1980,94$ | $Q_{min} = 507,94$ |
| Chiều ngang B (m) | 1,40 | 1,40 | 1,40 |
| Độ dốc i | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 |
| Vận tốc v (m/s) | 1,0 | 1,14 | 0,74 |
| Độ đầy h (m) | 0,84 | 1,1 | 0,45 |



HÌNH 3-3.

Sơ đồ cấu tạo của ngăn tiếp nhận.

1- Ống áp lực; 2- Ngăn tiếp nhận; 3- Mương dẫn nước thải đến công trình tiếp theo.



HÌNH 3-4.

Mương dẫn sau ngăn tiếp nhận đến song chắn rác.

1- Ống áp lực; 2- Ngăn tiếp nhận; 3- Mương dẫn nước thải đến công trình tiếp theo.

Chọn 3 song chắn rác (2 công tác và 1 dự phòng) với lưu lượng tính toán của mỗi song chắn rác là:

$$Q_{th} = 1203,50 : 2 = 601,75 \text{ L/s;}$$

$$Q_{max} = 1980,94 : 2 = 990,47 \text{ L/s;}$$

$$Q_{min} = 507,94 : 2 = 253,97 \text{ L/s.}$$

Mương dẫn nước thải ở mỗi song chắn rác có tiết diện vuông mỗi cạnh B = 1200 mm ứng với các thông số thủy lực ghi ở Bảng 3-6.

BẢNG 3-6.

Các thông số thủy lực của mương dẫn ở mỗi song chắn rác

| Thông số thủy lực | Lưu lượng tính toán, L/s | | |
|-----------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|
| | $Q_{th,s} = 601,75$ | $Q_{max,s} = 990,5$ | $Q_{min,s} = 253,97$ |
| Chiều ngang B_m (m) | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| Độ dốc i | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 |
| Vận tốc v (m/s) | 0,82 | 0,97 | 0,7 |
| Độ đầy h (m) | 0,56 | 0,89 | 0,34 |

b) Tính toán song chắn rác:

Sơ đồ cấu tạo của một song chắn rác được giới thiệu ở Hình 3-5.

Chiều sâu của lớp nước ở song chắn rác lấy bằng độ đầy tính toán của mương dẫn ứng với Q_{max} :

$$h_1 = h_{max} = 0,89 \text{ m}$$

Số khe hở của song chắn rác được tính theo công thức:

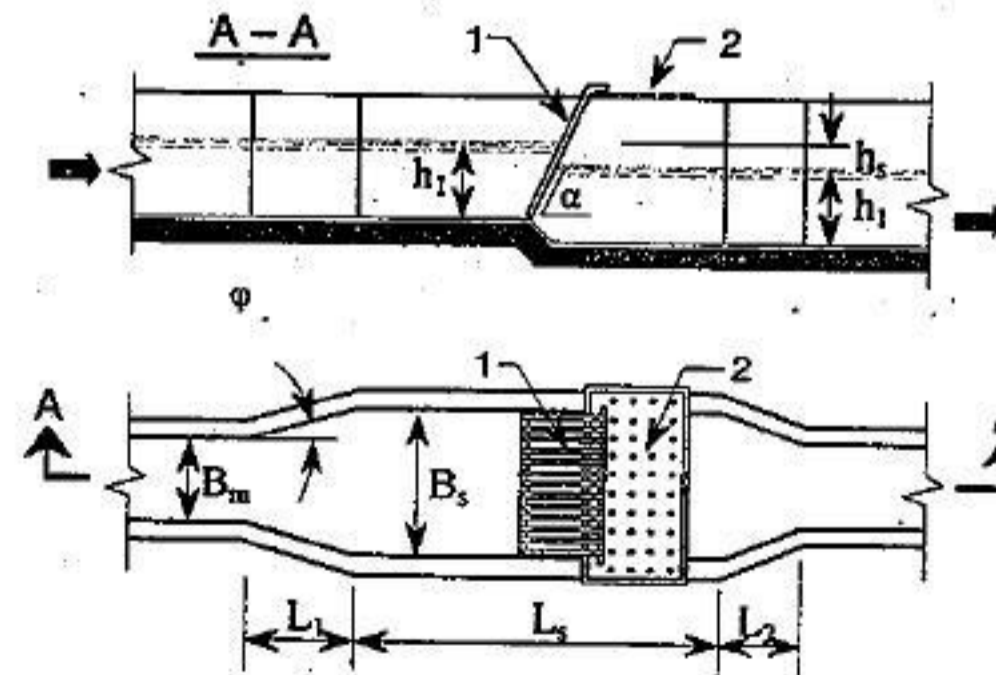
$$n = \frac{Q_{max}}{v \times l \times h_1} \times K = \frac{1980,94}{0,97 \times 0,016 \times 0,89} \times 1,05 = 150$$

Trong đó:

- n = Số khe hở;
- Q_{max} = Lưu lượng lớn nhất của nước thải, $Q_{max} = 1,981 \text{ m}^3/\text{s}$;
- v = Tốc độ nước chảy qua song chắn, $v = 0,97 \text{ m/s}$ (Bảng 3-6);
- l = Khoảng cách giữa các khe hở, $l = 16 \text{ mm} = 0,016 \text{ m}$;
- K = Hệ số tính đến mức độ cản trở của dòng chảy do hệ thống cào rác, $K = 1,05$.

Có 2 song chắn rác công tác nên số khe hở của mỗi song sẽ là:

$$n_1 = 150 : 2 = 75 \text{ khe}$$



HÌNH 3-5.

Sơ đồ cấu tạo của song chắn rác.

1- Song chắn; 2 - Sàn công tác.

Chiều rộng của song chắn rác được tính theo công thức:

$$B_s = s(n-1) + (1 \times n) = 0,008(75-1) + (0,016 \times 75) = 1,792 \text{ m} \approx 1,8 \text{ m}$$

Trong đó: s - Bề dày của thanh song chắn, thường lấy $s = 0,008 \text{ m}$.

Kiểm tra vận tốc dòng chảy ở phần mở rộng của mương trước song chắn ứng với Q_{\min} để khắc phục khả năng lắng đọng cặn khi vận tốc nhỏ hơn $0,4 \text{ m/s}$:

$$V_{\min} = \frac{Q_{\min}}{B_s \times h_{\min}} = \frac{0,254}{1,8 \times 0,34} = \frac{0,254}{0,612} = 0,415 \text{ m/s}$$

Trong đó: Q_{\min} = Lưu lượng nhỏ nhất chảy vào mỗi song chắn rác $Q_{\min} = 253,97 \text{ L/s} = 0,254 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tổn thất áp lực ở song chắn rác:

$$h_s = \xi \times \frac{v_{\max}^2}{2g} \times K_1 = 0,628 \frac{(0,97)^2}{2 \times 9,81} \times 3 = 0,09 \text{ m} = 9 \text{ cm}$$

Trong đó: v_{\max} = Vận tốc của nước thải trước song chắn ứng với chế độ Q_{\max} , $v_{\max} = 0,97 \text{ m/s}$ (Bảng 3-6);

K_1 = Hệ số tính đến sự tăng tổn thất do vướng mắc rác ở song chắn, $K_1 = 2 \div 3$, Chọn $K_1 = 3$;

ξ = Hệ số sức cản cục bộ của song chắn được xác định theo công thức:

$$\xi = \beta \times \left(\frac{s}{l}\right)^{4/3} \sin \alpha = 1,83 \times \left(\frac{0,008}{0,016}\right)^{4/3} \times \sin 60^\circ = 0,628$$

β = Hệ số phụ thuộc vào tiết diện ngang của thanh song chắn và lấy theo Bảng 3-7, chọn hình dạng tiết diện song chắn rác kiểu "b" như ở Hình 3-6, khi đó giá trị $\beta = 1,83$;

α = Góc nghiêng của song chắn so với hướng dòng chảy, $\alpha = 60^\circ$.

Chiều dài phần mở rộng trước thanh chắn rác L_1 :

$$L_1 = \frac{B_s - B_m}{2 \operatorname{tg} \varphi} = \frac{1,8 - 1,2}{2 \operatorname{tg} 20^\circ} = \frac{1,8 - 1,2}{2 \times 0,364} = 0,824 \text{ m}$$

Trong đó: B_s = Chiều rộng của song chắn rác, $B_s = 1,8 \text{ m}$;

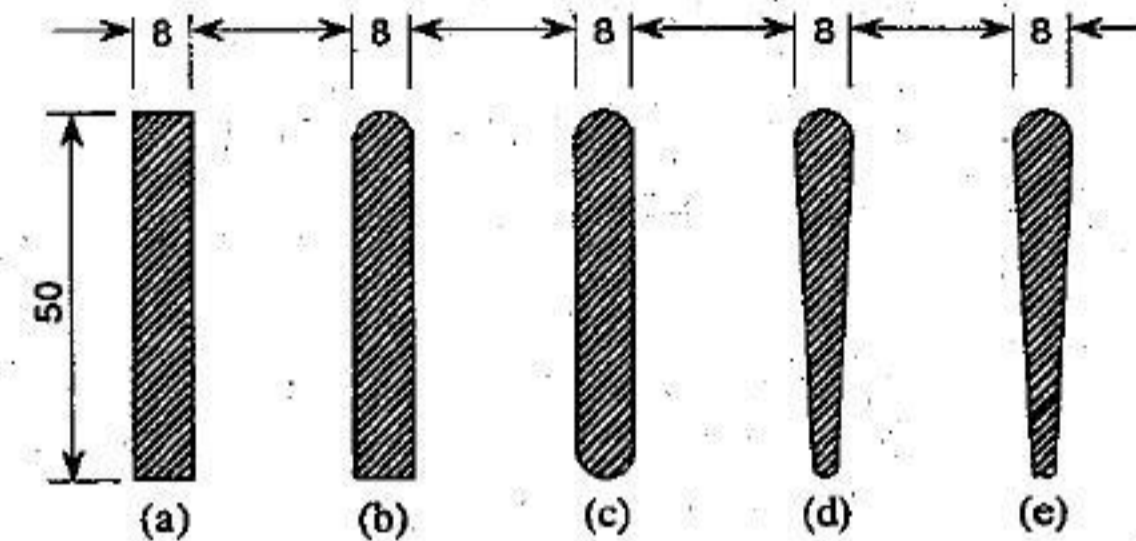
B_m = Chiều rộng của mương dẫn, $B_m = 1,2 \text{ m}$;

φ = Góc nghiêng chỗ mở rộng, thường lấy $\varphi = 20^\circ$.

BẢNG 3-7.

Hệ số β để tính sức cản cục bộ của song chắn

| Tiết diện của thanh | a | b | c | d | e |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| Hệ số β | 2,42 | 1,83 | 1,67 | 1,02 | 0,76 |



HÌNH 3-6

Tiết diện ngang các loại thanh của song chắn rác.

Chiều dài phần mở rộng sau song chắn rác:

$$L_2 = \frac{L_1}{2} = \frac{0,824}{2} = 0,412 \text{ m}$$

Chiều dài xây dựng của phần mương để lắp đặt song chắn:

$$L = L_1 + L_2 + L_s = 0,824 + 0,412 + 1,5 = 2,736 \text{ m}$$

Trong đó: L_s = Chiều dài phần mương đặt song chắn rác, $L_s = 1,5 \text{ m}$.

Chiều sâu xây dựng của phần mương đặt song chắn:

$$H = h_{\max} + h_s + 0,5 = 0,89 + 0,09 + 0,5 = 1,48 \text{ m}$$

Trong đó: h_{\max} = Độ đầy ứng với chế độ Q_{\max} , $h_{\max} = 0,89 \text{ m}$;

0,5 = Khoảng cách giữa cốt sàn nhà đặt song chắn rác và mực nước cao nhất;

h_s = Tổn thất áp lực ở song chắn rác, $h_s = 0,09 \text{ m}$.

Khối lượng rác lấy ra trong ngày đêm từ song chắn rác:

$$W_1 = \frac{a \times N_{II}}{365 \times 1000} = \frac{8 \times 585120}{365 \times 1000} = 12,82 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Trong đó: a = Lượng rác tính cho đầu người trong năm, lấy theo Điều 4.1.11 - Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84. Với chiều rộng khe hở của các thanh trong khoảng 16 ÷ 20 mm, a lấy bằng 8 L/ng.năm;
 N_{II} = Dân số tính toán theo chất lơ lửng, $N_{II} = 585120$ người.

Trọng lượng rác ngày đêm được tính theo công thức:

$$P = W_1 \times G = 12,82 \times 750 = 9615 \text{ kg/ngđ} = 9,615 \text{ T/ngđ}$$

Trong đó: G = Khối lượng riêng của rác, $G = 750 \text{ kg/m}^3$ (Điều 4.1.11 - Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84).

Trọng lượng rác trong từng giờ trong ngày đêm:

$$P_h = \frac{P}{24} \times K_h = \frac{9,615}{24} \times 2 = 0,8 \text{ T/h}$$

Trong đó: K_h = Hệ số không điều hòa giờ của rác, lấy bằng 2.

Rác được nghiền nhỏ ở máy nghiền rác (gồm 2 máy, 1 công tác và 1 dự phòng, công suất mỗi máy: 0,8 T/h) và sau đó dẫn đến bể metan để xử lý cùng với cặn tươi và bùn hoạt tính dư.

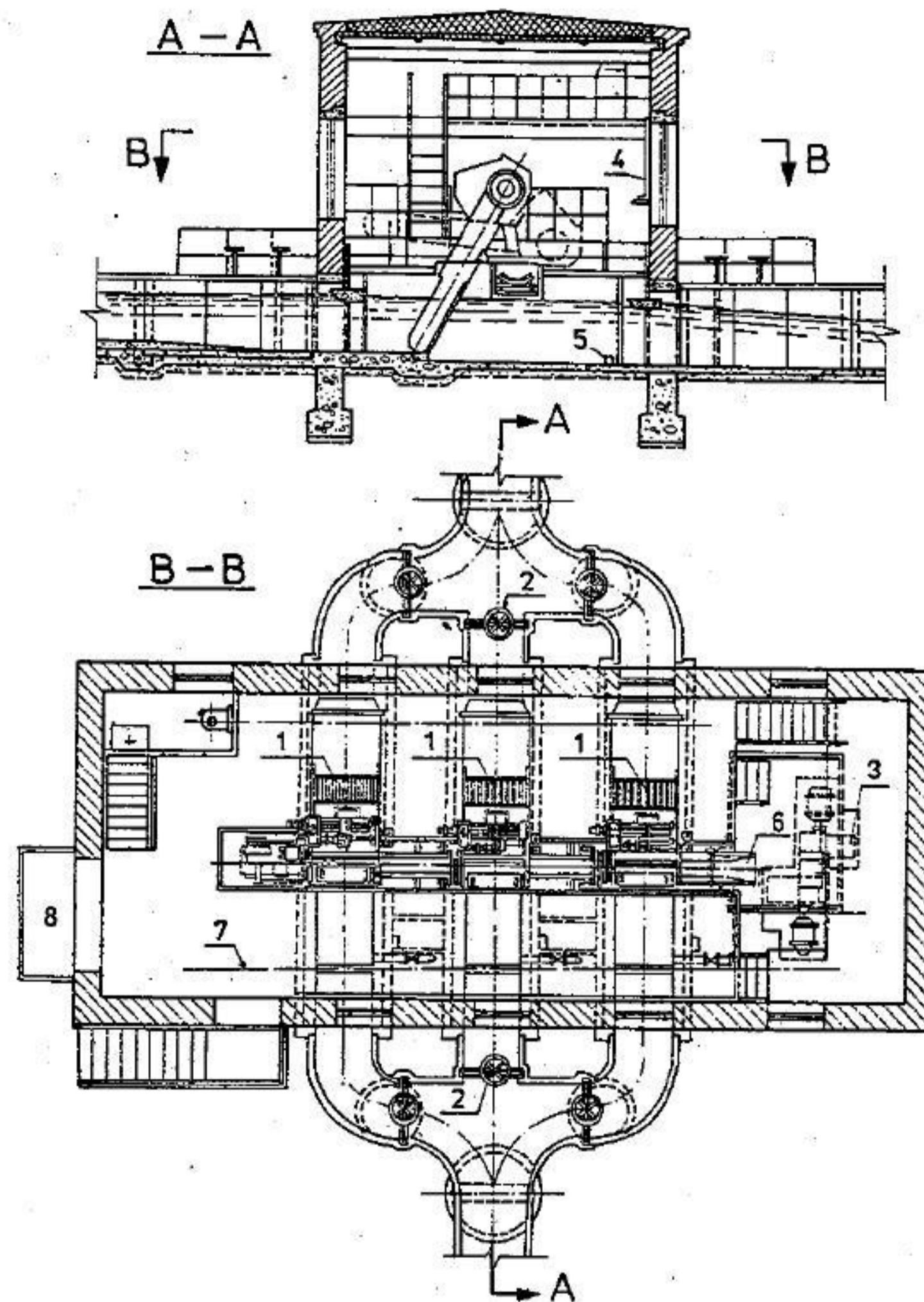
Lượng nước cần cung cấp cho máy nghiền rác lấy theo Điều 6.2.4 - Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84: 40 m^3 cho 1 tấn rác.

$$Q_n = 40P = 40 \times 9,615 = 384,6 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Tổng số song chắn rác là 3, trong đó: 2 công tác và 1 dự phòng.

Quanh song chắn rác cơ giới đã chọn có bố trí lối đi lại có chiều rộng 1,2m, còn ở phía trước song chắn rác 1,5m (Điều 4.1.15 - TCXD-51-84).

Gian nhà đặt các song chắn rác, máy nghiền rác được giới thiệu ở Hình 3-7. Trong gian nhà có bố trí các thiết bị nâng phục vụ cho việc tháo lắp và thay thế các thiết bị. Ngoài ra trong gian nhà còn có bố trí nhà vệ sinh phục vụ cho cán bộ vận hành trạm xử lý và các đối tượng có liên quan khác.



HÌNH 3-7.

Gian nhà bố trí song chắn rác.

1- Song chắn rác cơ giới; 2- Van chắn; 3- Máy nghiền rác; 4- Ống dẫn nước kỹ thuật;
 5- Ống tháo cặn; 6- Bể lắng; 7- Đường cầu trục; 8- Trục đường ray.

Hàm lượng chất lơ lửng (C_{lc}) và NOS (L_{lc}) của nước thải sau khi qua song chắn rác giảm 4%, còn lại:

$$C_{lc} = C_{lc} \times (100 - 4)\% = 309,50 (100 - 4)\% = 297,12 \text{ mg/L}$$

$$L_{lc} = L_{lc} \times (100 - 4)\% = 234,49 (100 - 4)\% = 225,11 \text{ mg/L}$$

PHẦN THAM KHẢO - TÍNH TOÁN SONG CHẮN RÁC

Tính toán song chắn rác theo cách thứ hai dựa trên các số liệu thiết kế cho trong Bảng TK-1.

Các bước tiến hành tính toán song chắn rác theo cách tính tham khảo này cũng giống như đã chỉ dẫn trong cách tính trước, chỉ lưu ý một điều là các thông số thiết kế sử dụng trong cách tính này có thay đổi so với trước.

Tổn thất áp lực qua song chắn rác có thể được xác định từ phương trình:

$$h_s = \frac{l}{0,7} \left(\frac{V^2 - v^2}{2g} \right)$$

- Trong đó: h_s = Tổn thất áp lực qua song chắn rác, m;
 V = Vận tốc dòng chảy qua các khe hở của song chắn rác, cho phép không vượt quá 0,9 m/s;
 v = Vận tốc dòng chảy trong mương dẫn ngay phía trước song chắn rác, m/s, lấy theo Bảng TK-1;
 g = Gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

BẢNG TK-1.

Các thông số thiết kế song chắn rác

| Thông số | Song chắn rác với biện pháp lấy rác | |
|---|-------------------------------------|-----------------|
| | Thủ công | Cơ khí |
| • Kích thước thanh song chắn: Chiều rộng, mm | 5,08 ÷ 15,24 | 5,08 ÷ 15,24 |
| | Chiều sâu, mm | 25,4 ÷ 38,1 |
| • Khoảng cách giữa các thanh song chắn, mm | 25,4 ÷ 50,8 | 15,24 ÷ 76,2 |
| • Độ dốc đặt thanh song chắn so với phương thẳng đứng, độ | 30 ÷ 45 | 0 ÷ 30 |
| • Vận tốc dòng chảy trong mương dẫn phía trước song chắn rác, m/s | 0,3048 ÷ 0,6096 | 0,6096 ÷ 0,9906 |
| • Tổn thất áp lực cho phép, mm | 152,4 | 152,4 |

Tính toán bể lắng cát ngang

Bể lắng cát ngang được thiết kế để loại bỏ các tạp chất vô cơ không hòa tan như cát, sỏi, xỉ và các vật liệu rắn khác có vận tốc lắng (hay trọng lượng riêng) lớn hơn các chất hữu cơ có thể phân hủy trong nước thải. Ngoài ra bể lắng cát còn cho phép giữ lại các vật liệu hữu cơ có kích thước lớn như: vỏ trứng, dăm bào, vỏ hạt và rác thực phẩm nghiền. Việc tách loại khỏi nước thải các tạp chất này là rất cần thiết để tránh những ảnh hưởng xấu đến hiệu suất làm việc của các công trình có liên quan sau đó. Thành phần của vật liệu lắng trong bể lắng cát rất thay đổi, độ ẩm từ 13 đến 65%, hàm lượng chất dễ bay hơi từ 1 đến 56%. Trọng lượng riêng của các hạt vô cơ sạch (không lẫn nhiều hạt hữu cơ) đạt đến 2,7 nhưng đôi khi cũng khá thấp chỉ bằng 1,3 khi các vật liệu hữu cơ bị lắng lẫn với các hạt cát, sỏi. Vai trò của bể lắng cát là: bảo vệ các thiết bị máy móc khỏi bị mài mòn, giảm sự lắng đọng các vật liệu nặng trong ống, kênh mương dẫn..., giảm số lần súc rửa các bể phân hủy cặn do tích tụ quá nhiều cát.

Bể lắng cát ngang được thiết kế để duy trì vận tốc chuyển động ngang của dòng chảy là 0,3m/s và cũng cung cấp đủ thời gian lưu nước để các hạt cát lắng đến đáy bể. Các hạt cát có kích thước $d \geq 0,21\text{mm}$ (có khi $d \geq 0,15\text{mm}$) được giữ lại trong bể lắng cát ngang. Cho phép dòng chảy vào và ra ở chế độ chảy rối, và khi thiết kế thực tế cho phép tăng thêm chiều dài bể, nhiều nhất là 50% chiều dài lý thuyết.

a) Tính toán thủy lực mương dẫn nước thải từ song chắn rác đến bể lắng cát

Tính toán thủy lực mương dẫn nước thải từ song chắn rác đến bể lắng cát dựa vào lưu lượng lớn nhất và dựa vào bảng tính toán thủy lực để xác định kích thước của mương dẫn. Kết quả tính toán được ghi ở Bảng 3-8.

BẢNG 3-8.

Kết quả tính toán thủy lực mương dẫn nước thải đến bể lắng cát

| Thông số thủy lực | Lưu lượng tính toán, L/s | |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | $Q_{\text{max},s} = 1980,94$ | $Q_{\text{min},s} = 507,94$ |
| Chiều ngang B (m) | 1,4 | 1,4 |
| Độ dốc i | 0,0008 | 0,0008 |
| Vận tốc v (m/s) | 1,14 | 0,74 |
| Độ đầy h (m) | 1,1 | 0,45 |

b) Tính toán bể lắng cát ngang

Chiều dài bể lắng cát ngang được tính theo công thức:

$$L = \frac{1000 \times K \times v_{\max} \times H_{\max}}{U_0} = \frac{1000 \times 1,3 \times 0,3 \times 1,1}{24,2} = 17,73 \text{ m}$$

Trong đó: v_{\max} = Tốc độ chuyển động của nước thải ở bể lắng cát ngang ứng với lưu lượng lớn nhất: $v_{\max} = 0,3 \text{ m/s}$ (Điều 6.3.4 - TCXD-51-84);
 H_{\max} = Độ sâu lớp nước trong bể lắng cát ngang, có thể lấy bằng độ đầy h trong mương dẫn ứng với Q_{\max} (Bảng 3-8), $H_{\max} = 1,1 \text{ m}$.
 U_0 = Kích thước thủy lực của hạt cát, lấy theo Bảng 3-9;
 K = Hệ số thực nghiệm tính đến ảnh hưởng của đặc tính dòng chảy của nước đến tốc độ lắng của hạt cát trong bể lắng cát: $K = 1,3$ ứng với $U_0 = 24,2 \text{ mm/s}$ và $K = 1,7$ ứng với $U_0 = 18,7 \text{ mm/s}$ (Điều 6.3.3 - TCXD-51-84).

Theo phương án I đang xét (Hình 3-2), cặn từ bể lắng đợt 1 sẽ được xử lý ở bể metan bằng quá trình sinh học kỵ khí, do đó nhiệm vụ của bể lắng cát phải loại bỏ được cát có cỡ hạt $d = 0,25 \text{ mm}$ để tránh ảnh hưởng đến quá trình xử lý sinh học kỵ khí. Khi đó, $U_0 = 24,2 \text{ mm/s}$.

Diện tích mặt thoáng F của nước thải trong bể lắng cát ngang được tính theo công thức:

$$F = \frac{Q_{\max, s}}{U_0} = \frac{1980,94}{24,2} = 81,86 \text{ m}^2$$

Chiều ngang tổng cộng của bể lắng cát:

$$B = \frac{F}{L} = \frac{81,86}{17,73} = 4,62 \text{ m}$$

BẢNG 3-9.

Quan hệ giữa kích thước thủy lực U_0 và đường kính của hạt cát

| Đường kính hạt d , mm | 0,1 | 0,12 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,5 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Kích thước thủy lực U_0 , mm/s | 5,12 | 7,37 | 11,5 | 18,7 | 24,2 | 28,3 | 34,5 | 40,7 | 51,6 |

Chọn bể lắng cát ngang gồm 3 đơn nguyên, trong đó 2 đơn nguyên công tác và 1 đơn nguyên dự phòng. Chiều ngang mỗi đơn nguyên sẽ là:

$$b = \frac{B}{2} = \frac{4,62}{2} = 2,31 \text{ m}$$

Thể tích phân chứa cặn của bể lắng cát ngang được tính theo công thức:

$$W_c = \frac{N_{II} \times P \times t}{1000} = \frac{585120 \times 0,02 \times 1}{1000} = 11,7 \text{ m}^3$$

Trong đó: N_{II} = Dân số tính toán theo chất lơ lửng, $N_{II} = 585120$ người;
 P = Lượng cát giữ lại trong bể lắng cát cho một người trong ngày đêm lấy theo điều 6.3.5 - TCXD-51-84: $P = 0,02 \text{ L/ng.ngđ}$ (ứng với hệ thống thoát nước riêng hoàn toàn);
 t = Chu kỳ xả cát; $t \leq 2$ ngày đêm (để tránh sự phân hủy cặn cát).
 Chọn $t = 1$ ngày đêm.

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

$$h_c = \frac{W_c}{L \times b \times n} = \frac{11,7}{17,73 \times 2,31 \times 2} = 0,143 \text{ m}$$

Chiều cao xây dựng của bể lắng cát ngang:

$$H_{XD} = H_{\max} + h_c + 0,4 = 1,1 + 0,143 + 0,4 = 1,643 \text{ m} \approx 1,65 \text{ m}$$

Trong đó: 0,4 - Khoảng cách từ mực nước đến thành bể, m.

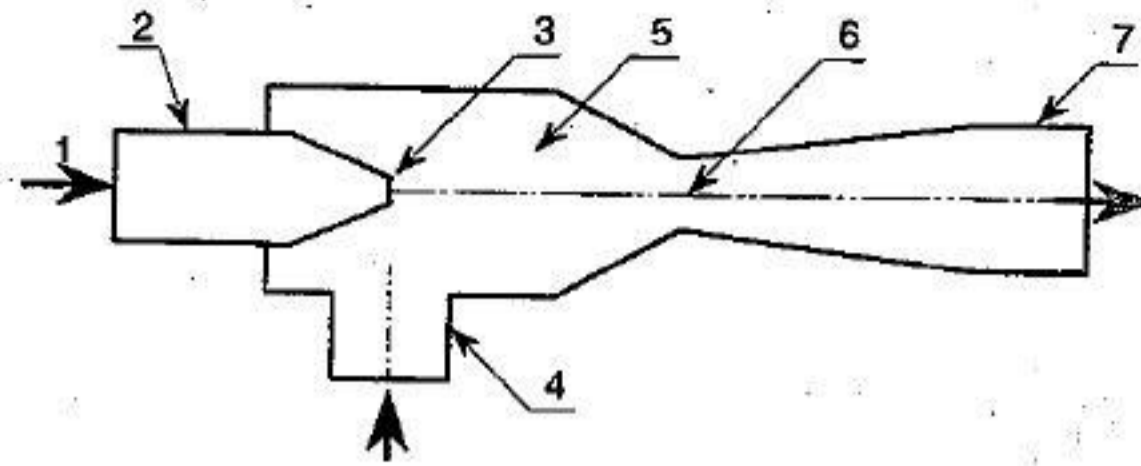
Kiểm tra lại tính toán với điều kiện $v_{\min} \geq 0,15 \text{ m/s}$:

$$v_{\min} = \frac{Q_{\min}}{2 \times b \times H_{\min}} = \frac{507,94}{2 \times 2,31 \times 0,45 \times 1000} = 0,24 \text{ m/s} > 0,15 \text{ m/s}$$

Trong đó: $H_{\min} =$ Độ sâu lớp nước ứng với $Q_{\min, s}$ (bảng độ đầy h ứng với $Q_{\min, s}$: $H_{\min} = 0,45 \text{ m}$).

Cát lắng ở bể lắng cát ngang được gom về hố tập trung cát ở đầu bể bằng thiết bị cào cát cơ giới, từ đó thiết bị nâng thủy lực sẽ đưa hỗn hợp cát - nước đến sân phơi cát.

Hình 3-8 giới thiệu sơ đồ hoạt động của thiết bị nâng thủy lực.



HÌNH 3-8.

Sơ đồ hoạt động của thiết bị nâng thủy lực.

- 1- Nước công tác; 2- Ống dẫn nước phun ($\phi 100 \div 150$ mm); 3- Vòi phun ($d = 40$ mm);
4- Ống hút cát ($d = 150$ mm); 5- Buồng trộn; 6- Cổ khuếch tán; 7- Ống đẩy.

Để dẫn cát đến sân phơi cát bằng thiết bị nâng thủy lực, cần pha loãng cát với nước thải sau xử lý với tỉ lệ 1 : 20 theo trọng lượng cát.

- Nước công tác do máy bơm với áp lực $2 \div 3$ at;
- Thời gian mỗi lần xả cát dài 30 phút;
- Độ ẩm của cát: 60%;
- Trọng lượng thể tích của cát: $1,5 \text{ T/m}^3$.

Lượng nước công tác cần thiết cho thiết bị nâng thủy lực được theo công thức:

$$Q_{ct} = W_c \times 1,5 \times 20 = 11,7 \times 1,5 \times 20 = 351 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

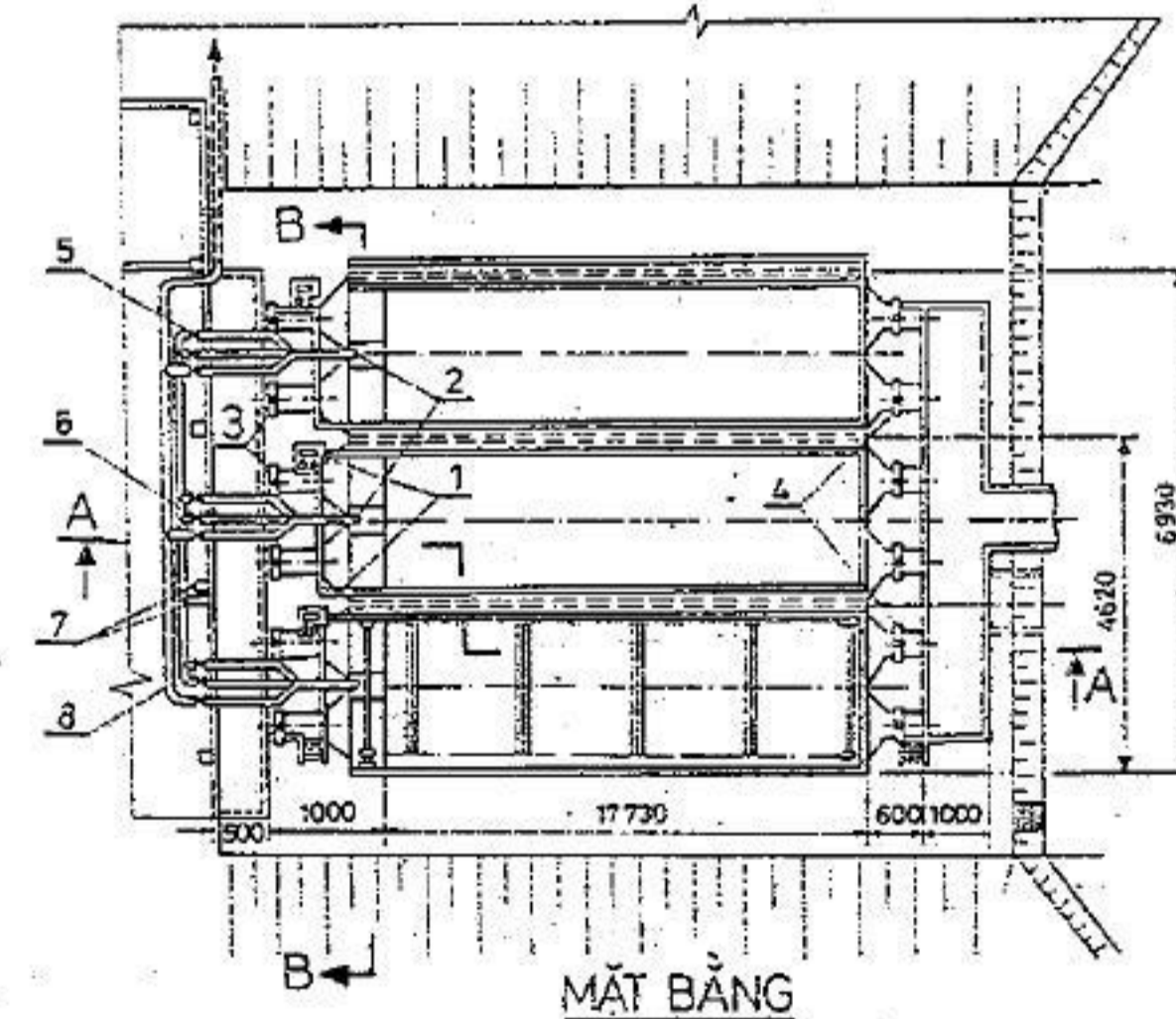
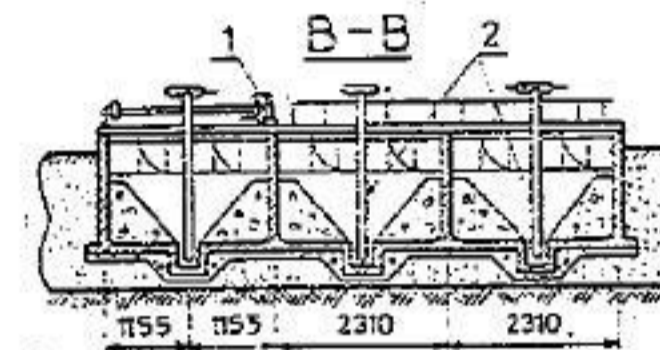
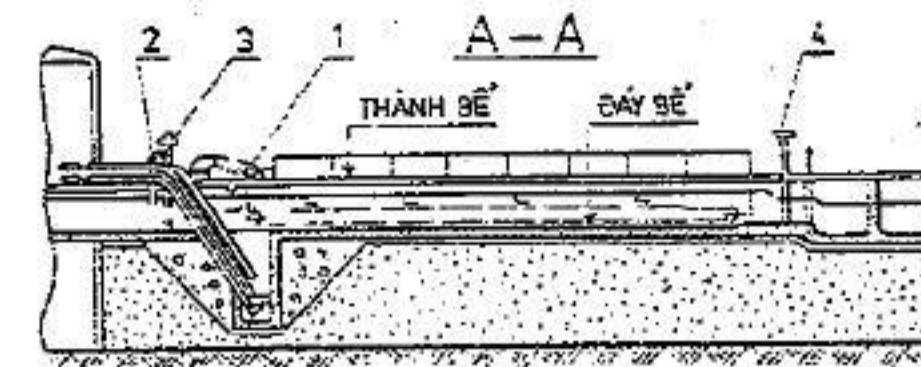
Cát lấy ra khỏi bể lắng cát có chứa một lượng nước đáng kể, do đó cần làm ráo cát (tách loại nước ra khỏi cát) để dễ dàng vận chuyển đi nơi khác. Quá trình làm ráo cát được tiến hành ở sân phơi cát.

Sơ đồ cấu tạo bể lắng cát ngang với chuyển động thẳng của nước thải được thể hiện ở Hình 3-9.

Hàm lượng chất lơ lửng (C_{tc}^*) và NOS_{20} (L_{tc}^*) của nước thải sau khi qua bể lắng cát giảm 5% và còn lại :

$$C_{tc}^* = C_{tc}(100 - 5)\% = 297,12 \times 95\% = 286,26 \text{ mg/L}$$

$$L_{tc}^* = L_{tc}(100 - 5)\% = 225,11 \times 95\% = 213,86 \text{ mg/L}$$



HÌNH 3-9.

Sơ đồ cấu tạo bể lắng cát ngang.

- 1 - Thiết bị cào cát cơ giới; 2 - Thiết bị nâng thủy lực; 3- Tấm chắn trước; 4- Tấm chắn sau; 5,6 - van; 7 - Ống dẫn nước công tác phục vụ cho thiết bị nâng thủy lực; 8 - Ống dẫn bùn cát.

PHÂN THAM KHẢO - TÍNH TOÁN BỂ LẮNG CÁT NGANG

Theo cách tính này, bể lắng cát ngang được tính toán thiết kế dựa theo các thông số cho trong Bảng TK-2.

Trong trường hợp đang xét, bể lắng cát ngang được thiết kế ứng với lưu lượng giờ lớn nhất: $Q_{\max,h}^u = 7131,4 \text{ m}^3/\text{h}$. Khi đó:

Thể tích tổng cộng của bể lắng cát ngang tính theo công thức:

$$W = \frac{Q_{\max,h}^u \times t}{3600} = \frac{7131,4 \times 60}{3600} = 118,86 \text{ m}^3$$

Trong đó: $Q_{\max,h}^u$ = Lưu lượng giờ lớn nhất, $Q_{\max,h}^u = 7131,4 \text{ m}^3/\text{h}$;
 t = Thời gian lưu nước trong bể lắng cát ngang, $t = 60\text{s}$ (Bảng TK-2).

Diện tích mặt cắt ngang của bể lắng cát ngang được tính theo công thức:

$$F_n = \frac{Q_{\max,s}^u}{v} = \frac{1,98}{0,3} = 6,6 \text{ m}^2$$

Trong đó: $Q_{\max,s}^u$ = Lưu lượng giây lớn nhất, $Q_{\max,s}^u = 1,980 \text{ m}^3/\text{s}$;
 v = Vận tốc chuyển động ngang của nước trong bể lắng cát ngang, $v = 0,3 \text{ m/s}$.

BẢNG TK-2.

Các thông số thiết kế bể lắng cát ngang

| TT | Thông số thiết kế | Khoảng giá trị | Giá trị đặc trưng |
|----|---|----------------------------|-------------------|
| 1 | Thời gian lưu nước, (s) | 45 ÷ 90 | 60 |
| 2 | Vận tốc chuyển động ngang, (m/s) | 0,25 ÷ 0,40 | 0,3 |
| 3 | Vận tốc lắng của các hạt loại bỏ: - Hạt có đường kính $d = 0,21 \text{ mm}$ - Hạt có đường kính $d = 0,15 \text{ mm}$ | 0,10 ÷ 1,28 0,60 ÷ 0,90 | 1,16 0,76 |
| 4 | Tổn thất áp lực tại mặt cắt kiểm soát tính theo % của chiều sâu bể, (%) | 30 ÷ 40 | 36 |
| 5 | Chiều dài cho phép tăng thêm để tạo chế độ chảy rối ở đầu vào và đầu ra của bể, (m) | $2B \div 0,5L^{(*)}$ | |

(*) B - Chiều rộng của bể lắng cát ngang tính theo lý thuyết;
 L - Chiều dài bể lắng cát ngang tính theo lý thuyết.

Chiều rộng của bể lắng cát ngang tính theo công thức:

$$B = \frac{F_n}{H} = \frac{6,6}{1,2} = 5,50 \text{ m}$$

Trong đó: F_n = Diện tích mặt cắt ngang của bể lắng cát ngang, $F_n = 6,6 \text{ m}^2$;
 H = Chiều cao công tác của bể, chọn $H = 1,2 \text{ m}$.

Chọn bể lắng cát ngang gồm 3 đơn nguyên, trong đó có 2 đơn nguyên công tác và 1 đơn nguyên dự phòng. Chiều ngang mỗi đơn nguyên khi đó sẽ là:

$$b = \frac{B}{2} = \frac{5,50}{2} = 2,75 \text{ m}$$

Chiều dài của mỗi đơn nguyên tính theo công thức:

$$L = \frac{W}{n \times b \times H} = \frac{118,86}{2 \times 2,75 \times 1,2} = 18 \text{ m}$$

Trong đó: n = Số đơn nguyên công tác, $n = 2$;
 b = Chiều ngang mỗi đơn nguyên, $b = 2,75 \text{ m}$.

Lượng cát trung bình sinh ra mỗi ngày tính theo công thức:

$$W_c = \frac{Q_{\text{tb,ngđ}}^k \times q_0}{1000} = \frac{103980 \times 0,15}{1000} = 15,597 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Trong đó: $Q_{\text{tb,ngđ}}^k$ = Lưu lượng nước thải trung bình ngày,
 $Q_{\text{tb,ngđ}}^k = 103980 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$;
 q_0 = Lượng cát trong 1000 m^3 nước thải, $q_0 = 0,15 \text{ m}^3$ cát/ 1000 m^3 .

Chiều cao lớp cát trong bể lắng cát ngang trong một ngày đêm tính theo công thức:

$$h_c = \frac{W_c \times t}{L \times b \times n} = \frac{15,597 \times 1}{18 \times 2,75 \times 2} = 0,173 \text{ m}$$

Trong đó: W_c = Lượng cát sinh ra trung bình trong một ngày đêm,
 $W_c = 15,597 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$;
 t = Chu kỳ xả cát, $t = 1$ ngày.

Chiều cao xây dựng của bể lắng cát ngang được tính theo công thức:

$$H_{\text{xd}} = H + h_c + H_{\text{bv}} = 1,20 + 0,173 + 0,4 = 1,773 \text{ m} \approx 1,8 \text{ m}$$

Trong đó: H = Chiều cao công tác của bể lắng cát ngang, $H = 1,20\text{m}$;
 h_c = Chiều cao lớp cát trong bể lắng cát ngang, $h_c = 0,173\text{m}$;
 h_{bv} = Chiều cao vùng bảo vệ của bể lắng cát ngang, $H_{bv} = 0,40\text{m}$.

c) Tính toán sân phơi cát

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

Diện tích hữu ích của sân phơi cát được tính theo công thức:

$$F = \frac{N_{11} \times P \times 365}{1000 \times h} = \frac{585120 \times 0,02 \times 365}{1000 \times 5} = 854,28 \text{ m}^2$$

Trong đó: H = Chiều cao lớp bùn cát trong năm, $h = 4 \div 5 \text{ m/năm}$ (Khi lấy cát đã phơi khô theo chu kỳ)

Chọn sân phơi cát gồm 4 ô, diện tích mỗi ô sẽ bằng $854,28 : 4 = 214 \text{ m}^2$. Kích thước mỗi ô trong mặt bằng: $L \times B = 25 \times 8,4 \text{ m}$. Cấu tạo sân phơi cát được thể hiện ở Hình 3-10.

Tính toán bể lắng đợt I (bể lắng ly tâm)

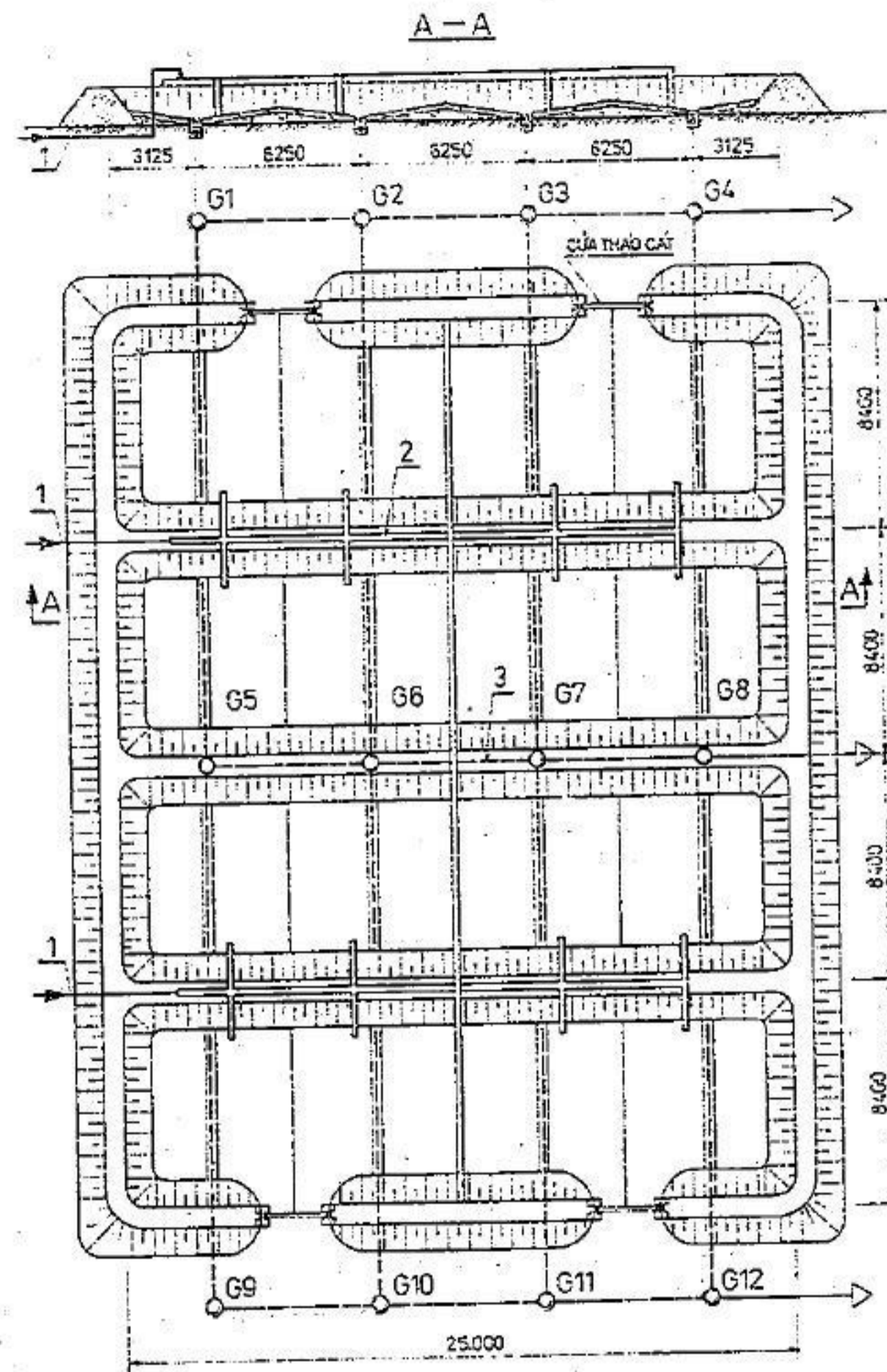
Nhiệm vụ của bể lắng đợt I là loại bỏ các tạp chất lơ lửng còn lại trong nước thải sau khi đã qua các công trình xử lý trước đó. Ở đây, các chất lơ lửng có tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng của nước sẽ lắng xuống đáy, các chất có tỷ trọng nhẹ hơn sẽ nổi lên mặt nước và sẽ được thiết bị gạt cặn tập trung đến hố ga đặt ở bên ngoài bể (Hình 3-11). Hàm lượng chất lơ lửng sau bể lắng đợt I cần đạt $\leq 150 \text{ mg/L}$.

Tính toán bể lắng đợt I (dạng bể lắng ly tâm) bao gồm các nội dung sau đây:

- Thể tích tổng cộng của bể lắng đợt I được xác định theo công thức:

$$W = Q_{\max,h} \times t = 7131,4 \times 1,5 = 10697,1 \text{ m}^3$$

Trong đó: $Q_{\max,h}$ = Lưu lượng lớn nhất giờ: $Q_{\max,h} = 7131,4 \text{ m}^3/\text{h}$ (Bảng 3-3);
 t = Thời gian lắng được xác định bằng thực nghiệm về động học lắng. Trường hợp không tiến hành thực nghiệm được, thời gian lắng (t) đối với bể lắng đợt I có thể lấy bằng $1,5h$.



HÌNH 3-10.

Sơ đồ cấu tạo sân phơi cát.

1- Ống dẫn bùn cát từ bể lắng cát đến; 2- Mương phân phối bùn cát vào các ô, tiết diện $300 \times 300 \text{ mm}$, độ dốc $i = 0,01$; 3- Ống dẫn nước đã tách khỏi cát.

Chọn 3 bể công tác và 1 bể dự phòng, thể tích của mỗi bể sẽ là:

$$W_1 = \frac{W}{3} = \frac{10697,1}{3} = 3565,7 \text{ m}^3$$

- Diện tích của mỗi bể trong mặt bằng:

$$F_1 = \frac{W_1}{H_1} = \frac{3565,7}{4,4} = 810,39 \text{ m}^2$$

Trong đó: H_1 = Chiều sâu vùng lắng của bể lắng ly tâm có thể lấy từ 1,5 đến 5,0m.
Tỷ lệ giữa đường kính D và chiều sâu vùng lắng ($D : H_1$) lấy trong khoảng từ 6 đến 12 (TCXD-51-84), chọn $H_1 = 4,4$ m.

- Đường kính của bể lắng ly tâm được tính theo công thức

$$D = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 810,39}{3,14}} = 32,13 \text{ m}$$

Chọn đường kính mỗi bể: $D = 33$ m.

- Tốc độ lắng của hạt cặn lơ lửng trong bể lắng được tính theo công thức:

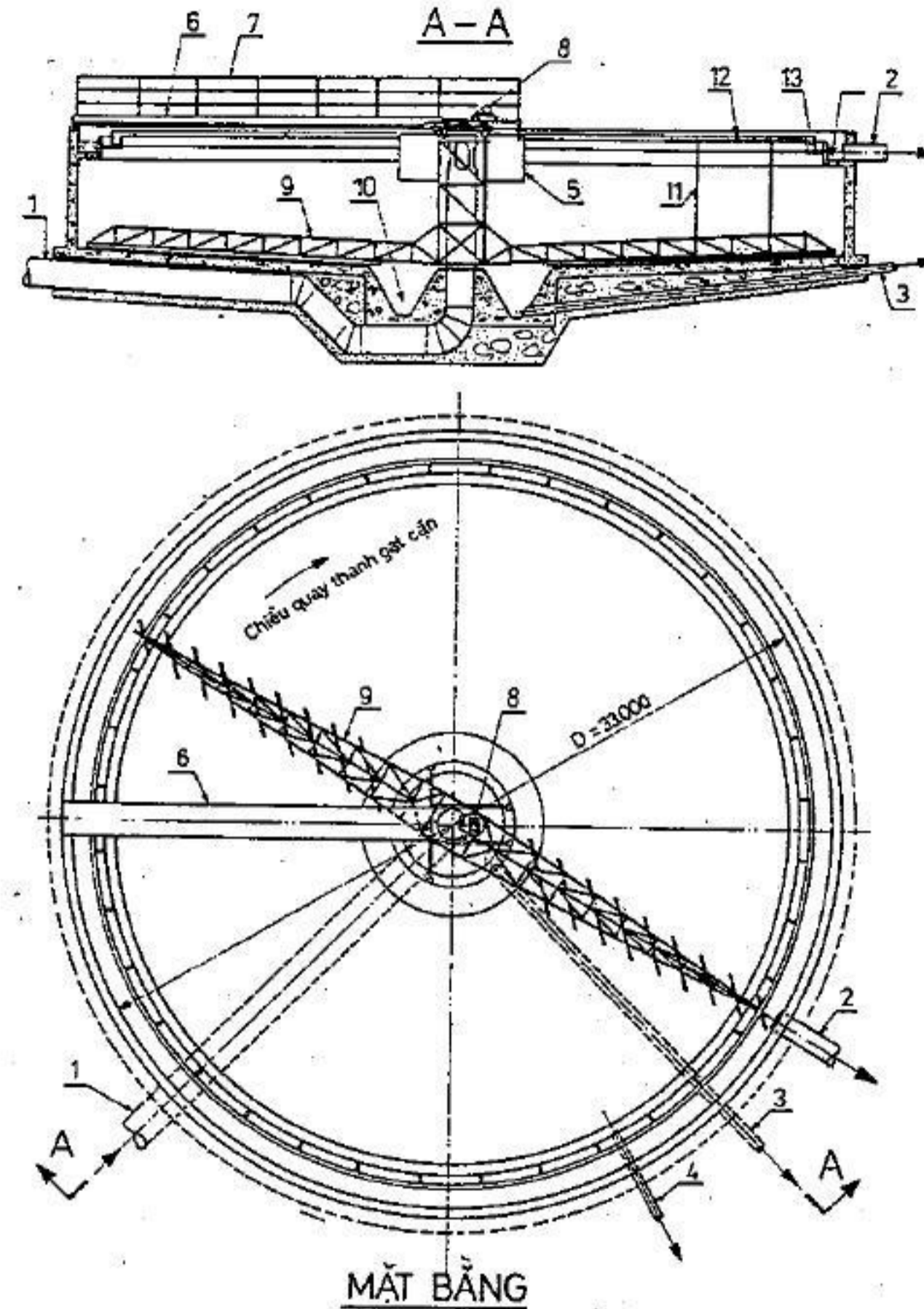
$$U = \frac{H_1}{3,6 \times t} = \frac{4,4}{3,6 \times 1,5} = 0,82 \text{ mm/s}$$

Hiệu suất lắng của chất lơ lửng trong nước thải ở bể lắng I phụ thuộc vào tốc độ lắng của hạt cặn lơ lửng trong nước thải ($U = 0,82$ mm/s) và hàm lượng ban đầu của chất lơ lửng ($C_w = 282,26$ mg/L) và có thể lấy theo Bảng 3-10.

BẢNG 3-10.

Hiệu suất lắng của chất lơ lửng trong nước thải ở bể lắng đợt I

| Hiệu suất lắng của chất lơ lửng (%) | Tốc độ lắng của hạt lơ lửng, U (mm/s) ứng với hàm lượng ban đầu của chất lơ lửng C (mg/L) | | | |
|-------------------------------------|---|------|------|------------|
| | 150 | 200 | 250 | ≥ 300 |
| 30 | 1,30 | 1,80 | 2,25 | 3,20 |
| 35 | 0,90 | 1,30 | 1,90 | 2,10 |
| 40 | 0,60 | 0,90 | 1,05 | 1,40 |
| 45 | 0,40 | 0,60 | 0,75 | 0,95 |
| 50 | 0,25 | 0,35 | 0,45 | 0,60 |
| 55 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,40 |
| 60 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 |



HÌNH 3-11.

Sơ đồ cấu tạo của bể lắng ly tâm đợt I.

1- Ống dẫn nước thải vào; 2- Ống dẫn nước thải ra; 3- Ống xả cặn; 4- Ống xả chất nổi; 5- Tấm chắn hướng vòng; 6- Hành lang công tác; 7- Lan can sắt; 8- Bộ phận truyền động; 9- Hệ thống thanh gạt cặn; 10- Hố tập trung cặn; 11- Thanh liên kết truyền động; 12- Tấm gạt chất nổi; 13- Máng thu chất nổi; 14- Máng vòng thu nước sau lắng.

Với $C_{ic} = 282,26 \text{ mg/L}$ và $U = 0,82 \text{ mm/s}$, hiệu suất lắng $E_1 = 43\%$.

Hàm lượng chất lơ lửng trôi theo nước ra khỏi bể lắng đợt I được tính theo công thức:

$$C = \frac{C_{ic}(100 - E_1)}{100} = \frac{282,26 \times (100 - 43)}{100} = 161,0 \text{ mg/L}$$

Theo Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84, Điều 6.5.3 qui định rằng: Nồng độ chất lơ lửng trong nước thải ở bể lắng đợt I đưa vào aeroten làm sạch sinh học hoàn toàn hoặc vào các bể lọc sinh học không được vượt quá 150 mg/L . Trong trường hợp đang xét, nồng độ chất lơ lửng $C = 161 \text{ mg/L}$ nên cần thực hiện giai đoạn làm thoáng sơ bộ để đạt được điều kiện nêu ở trên. Ngoài ra, làm thoáng sơ bộ còn có thể loại bỏ kim loại nặng và một số chất ô nhiễm khác có ảnh hưởng xấu đến quá trình xử lý sinh học sau đó.

Tính toán bể làm thoáng sơ bộ

- Thể tích bể làm thoáng sơ bộ có thể tính theo công thức:

$$W_t = \frac{Q_{\max, h} \times t}{60} = \frac{7131,4 \times 15}{60} = 1782,85 \text{ m}^3$$

Trong đó: $Q_{\max, h}$ = Lưu lượng lớn nhất giờ: $Q_{\max, h} = 7131,4 \text{ m}^3/\text{h}$ (Bảng 3-3);
 t = Thời gian làm thoáng (thổi khí), thông thường $t = 10 \div 20$ phút, chọn $t = 15$ phút.

- Lượng không khí cần cung cấp cho bể làm thoáng được tính theo lưu lượng riêng của không khí:

$$V = Q_{\max, h} \times D = 7131,4 \times 0,5 = 3565,7 \text{ m}^3$$

Trong đó: D = Lưu lượng của không khí trên 1 m^3 nước thải, $D = 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

- Diện tích bể làm thoáng sơ bộ trên mặt bằng được tính theo công thức:

$$F = \frac{V}{I} = \frac{3565,7}{6} = 594,28 \text{ m}^2$$

Trong đó: I = Cường độ thổi khí trên 1 m^2 bề mặt bể làm thoáng trong khoảng thời gian 1 h, $I = 4 \div 7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$. Lấy $I = 6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$.

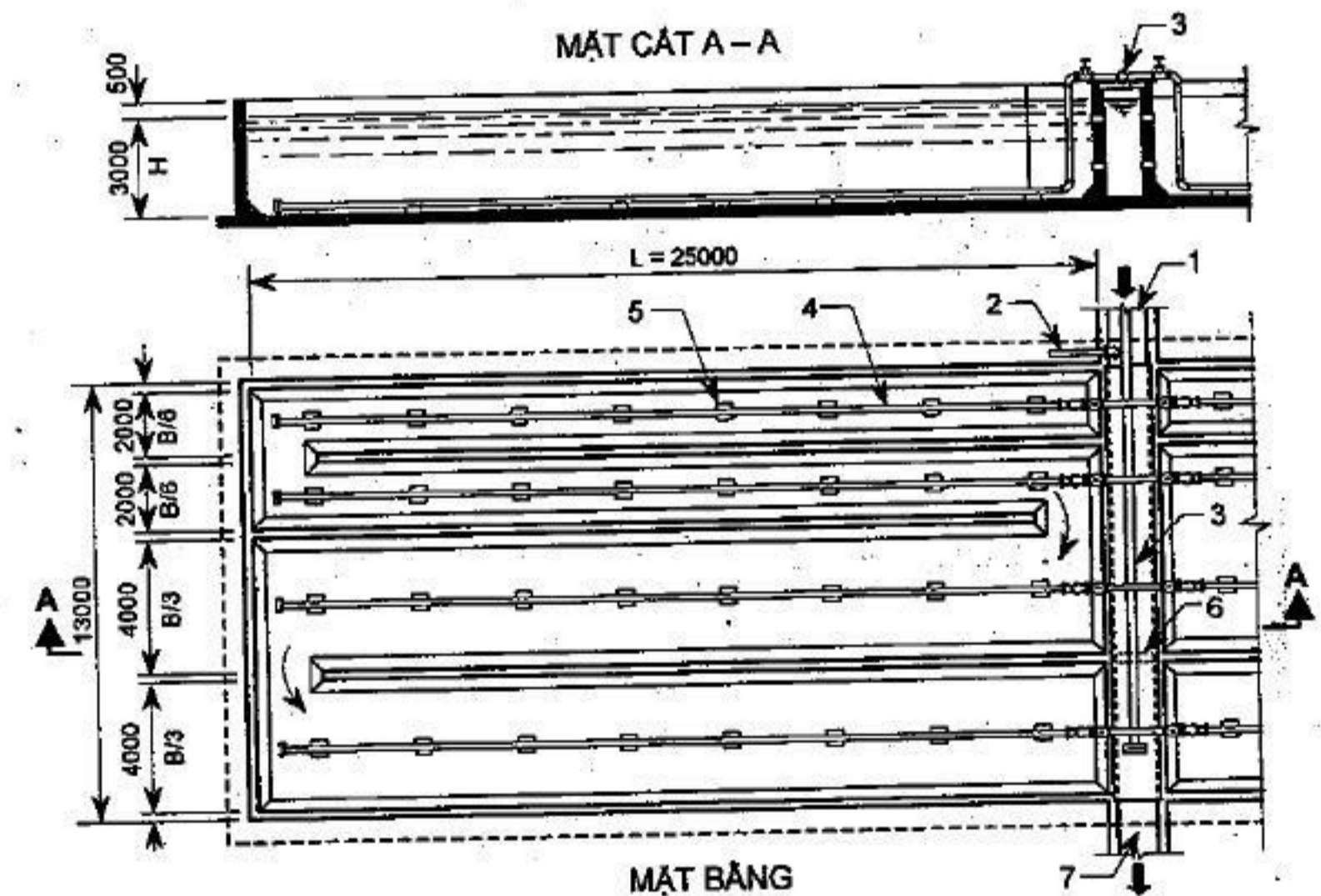
- Chiều cao công tác của bể làm thoáng sơ bộ:

$$H = \frac{W_t}{F} = \frac{1782,85}{594,28} = 3,0 \text{ m}$$

Chọn bể làm thoáng sơ bộ gồm hai ngăn với diện tích mỗi ngăn = $594,28 : 2 = 297,14 \text{ m}^2$ và kích thước của mỗi ngăn trên mặt bằng:

$$B \times L = 12 \times 25 \text{ m}$$

Sơ đồ bể làm thoáng sơ bộ được thể hiện trên Hình 3-12.



HÌNH 3-12.

Sơ đồ bể làm thoáng sơ bộ.

1- Mương dẫn nước thải vào; 2- Ống cung cấp bùn hoạt tính tuần hoàn; 3- Ống chính dẫn không khí $D = 150 \div 200 \text{ mm}$; 4- Ống nhánh đục lỗ phân phối không khí $d = 12 \text{ mm}$; 5- Bê đỡ ống bằng gạch thẻ. 6- Vách ngăn; 7- Mương dẫn nước thải ra;

Hàm lượng chất lơ lửng sau khi thực hiện làm thoáng sơ bộ và lắng với hiệu suất $E = 65\%$ (Phụ lục B) được tính theo công thức:

$$C_n = \frac{C_{tc}^*(100 - E)}{100} = \frac{282,26 \times (100 - 65)}{100} = 98,79 \text{ mg/L}$$

Trong đó: C_{tc}^* = Hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải dẫn đến bể làm thoáng.

$$C_{tc}^* = 282,26 \text{ mg/L.}$$

Như vậy hàm lượng chất lơ lửng trôi theo nước ra khỏi bể lắng đến công trình xử lý sinh học: $98,79 \text{ mg/L} < 150 \text{ mg/L}$, đạt yêu cầu qui định.

Hàm lượng NOS_{20} giảm với hiệu suất $E_1 = 35\%$, vậy sau khi làm thoáng sơ bộ và lắng, hàm lượng NOS_{20} của nước thải bằng:

$$L_1 = \frac{L_{tc}^*(100 - E_1)}{100} = \frac{213,86 \times (100 - 35)}{100} = 139 \text{ mg/L}$$

Trong đó: L_{tc}^* = Hàm lượng NOS_{20} trong hỗn hợp nước thải dẫn đến bể làm thoáng.

$$L_{tc}^* = 213,86 \text{ mg/L.}$$

Thể tích ngăn chứa cặn tươi (cặn ở bể lắng đợt I được gọi là cặn tươi) của bể lắng ly tâm đợt I được tính theo công thức:

$$W_b = \frac{C_{tc}^* \times Q \times E \times t}{(100 - P) \times 1000 \times 1000 \times n} = \frac{282,26 \times 5804,38 \times 65 \times 8}{(100 - 95) \times 1000 \times 1000 \times 3} = 56,8 \text{ m}^3$$

Trong đó: C_{tc}^* = Hàm lượng chất lơ lửng trong hỗn hợp nước thải sau bể lắng cát, $C_{tc}^* = 282,26 \text{ mg/L}$;

Q = Lưu lượng trung bình giờ trong 8 giờ làm việc của 1 ca (lấy trung bình cộng lưu lượng trong 8 giờ đó) từ 8h đến 16h (Bảng 3-3); $Q = 5804,38 \text{ m}^3/\text{h}$;

E = Hiệu suất lắng (Phụ lục B, $E = 65\%$);

t = Thời gian tích lũy cặn, $t = 8\text{h}$;

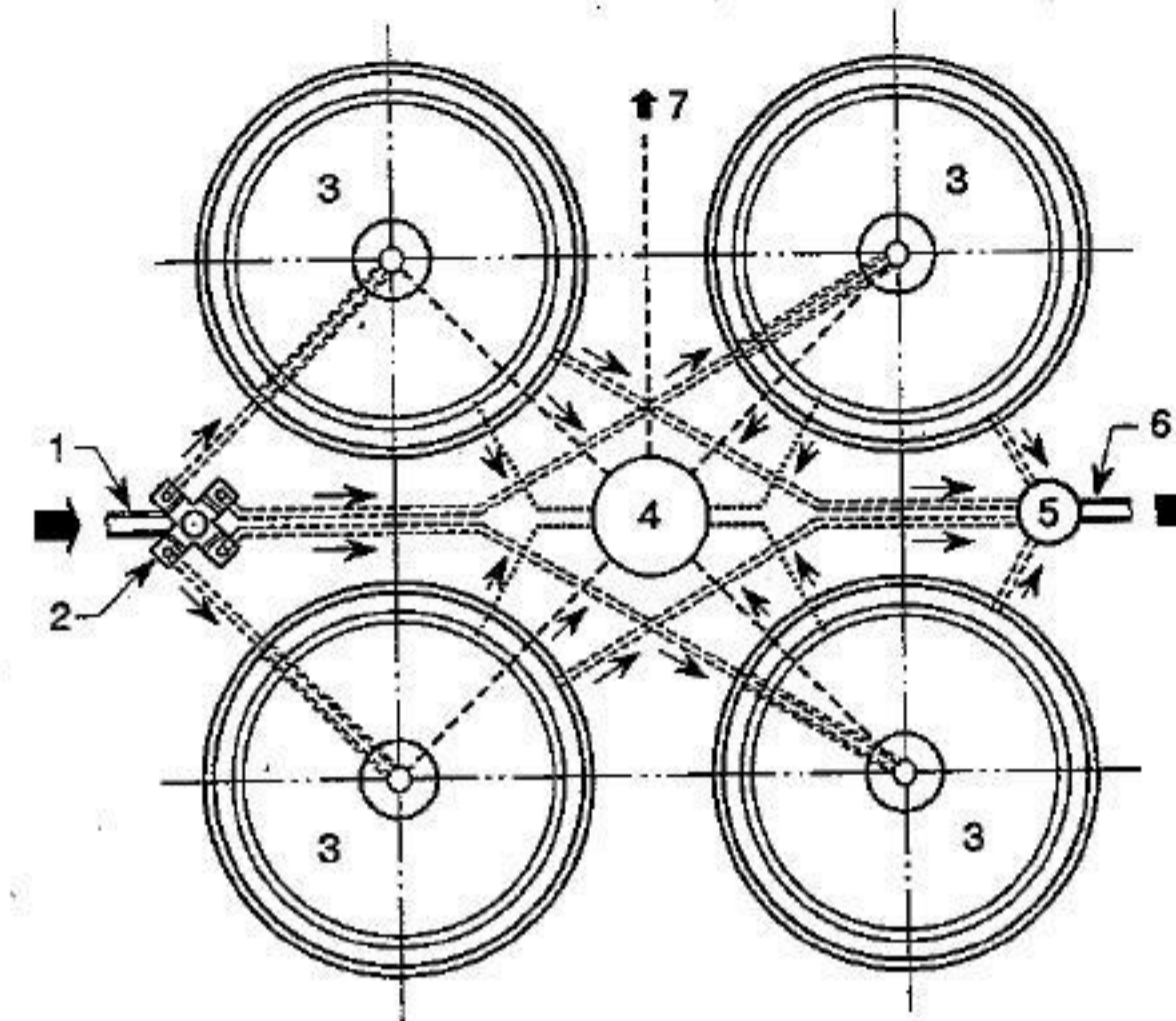
P = Độ ẩm của cặn (bùn) tươi:

$P = 95\%$ nếu xả cặn bằng tự chảy;

$P = 93\%$ nếu xả cặn bằng máy bơm;

n = Số bể lắng công tác, $n = 3$.

Hình 3-13 giới thiệu sơ đồ bố trí nhóm 4 bể lắng ly tâm đợt I trên mặt bằng.



HÌNH 3-13.

Sơ đồ bố trí nhóm 4 bể lắng ly tâm đợt I.

..... Ống dẫn nước thải;

----- Ống dẫn cặn tươi;

————— Ống dẫn chất nổi;

1- Mương dẫn nước thải từ bể làm thoáng sơ bộ đến; 2- Ngăn phân phối nước thải vào các bể lắng; 3- Bể lắng ly tâm; 4- Hố tập trung cặn tươi + chất nổi; 5- Ngăn tập trung nước thải sau lắng; 6- Mương dẫn nước thải đến công trình xử lý tiếp theo (xử lý sinh học); 7- Ống dẫn cặn tươi đến bể mê tan.

PHẦN THAM KHẢO THÊM

Cách tính thứ hai - Tính toán bể làm thoáng sơ bộ

Trong một số trạm xử lý nước thải, người ta có thể sử dụng công trình làm thoáng sơ bộ nước thải trước bể lắng đợt I. Tác dụng của công trình làm thoáng sơ bộ là:

- 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 NOS.

Trong các khả năng trên, thì việc phân bố đồng đều lại các chất hay nói cách khác là điều hòa nồng độ sẽ có hiệu quả nhất.

Các thông số thiết kế bể làm thoáng sơ bộ được giới thiệu ở Bảng TK-3.

Thể tích bể làm thoáng sơ bộ tính theo công thức:

$$V = \frac{Q_{\max,h}^{lc} \times t}{60} = \frac{7131,4 \times 30}{60} = 3565,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Trong đó: $Q_{\max,h}^{lc}$ = Lưu lượng nước thải lớn nhất giờ, $Q_{\max,h}^{lc} = 7131,4 \text{ m}^3/\text{h}$;
 t = Thời gian làm thoáng, $t = 30$ phút.

Lượng không khí cần cung cấp tính theo cường độ cung cấp không khí cho 1 m^3 nước thải:

$$Q_{kk} = V \times I = 3565,7 \times 1,87 = 6667,9 \text{ m}^3/\text{phút}$$

Trong đó: V = Thể tích bể làm thoáng, $V = 3565,7 \text{ m}^3$;
 I = Cường độ cung cấp không khí, $I = 1,87 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{phút}$.

Diện tích mặt thoáng của bể trên mặt bằng tính theo công thức:

$$F = \frac{V}{H} = \frac{3565,7}{4,0} = 891,4 \text{ m}^2$$

Trong đó: V = Thể tích bể làm thoáng, $V = 3565,7 \text{ m}^3$;
 H = Chiều cao công tác của bể, $H = 4,0 \text{ m}$.

Chiều cao xây dựng của bể làm thoáng sơ bộ tính theo công thức:

$$H_{xd} = H + H_{bv} = 4,0 + 0,4 = 4,4 \text{ m}$$

Trong đó: H = Chiều cao công tác của bể làm thoáng sơ bộ, $H = 4,0 \text{ m}$;
 H_{bv} = Chiều cao bảo vệ của bể làm thoáng sơ bộ, $H_{bv} = 0,4 \text{ m}$.

Chọn bể làm thoáng sơ bộ gồm 3 ngăn với diện tích mỗi ngăn bằng $891,4 : 3 = 297,13 \text{ m}^2$ và kích thước của mỗi ngăn trên mặt bằng: $B \times L = 12 \text{ m} \times 25 \text{ m}$.

BẢNG TK-3.

Các thông số thiết kế bể làm thoáng sơ bộ

| Thông số thiết kế | Khoảng giá trị | Giá trị đặc trưng |
|--|----------------|-------------------|
| Thời gian lưu nước (phút) | 10 ÷ 45 | 30 |
| Chiều cao (m) | 3,0 ÷ 6,0 | 4,5 |
| Lượng không khí cung cấp ($\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{phút}$) | 0,75 ÷ 3,0 | 1,87 |

Cách tính thứ hai - Tính toán bể lắng đợt I

Các thông số thiết kế bể lắng đợt I được giới thiệu ở Bảng TK-4.

Diện tích mặt thoáng của bể lắng ly tâm trên mặt bằng ứng với lưu lượng trung bình tính theo công thức:

$$F_1 = \frac{Q_{\text{th,ngđ}}^{lc}}{L_1} = \frac{103980}{34} = 3058,23 \text{ m}^2$$

Trong đó: $Q_{\text{th,ngđ}}^{lc}$ = Lưu lượng trung bình ngày, $Q_{\text{th,ngđ}}^{lc} = 103980 \text{ m}^3/\text{ngày}$;

L_1 = Tải trọng thiết kế ứng với lưu lượng trung bình ngày,
 $L_1 = 34 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$ (lấy theo Bảng TK-4).

BẢNG TK-4.

Các thông số thiết kế bể lắng đợt I

| TT | Thông số thiết kế | Khoảng giá trị | Giá trị đặc trưng |
|----------|--|----------------|-------------------|
| A | Bể lắng đợt I theo sau là xử lý bậc II | | |
| 1 | Thời gian lưu nước (giờ) | 1,5 ÷ 2,5 | 2 |
| 2 | Tải trọng bề mặt ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngđ}$): | | |
| | - Ứng với lưu lượng trung bình | 32,6 ÷ 48,8 | |
| | - Ứng với lưu lượng giờ lớn nhất | 81,4 ÷ 122,0 | 102,0 |
| 3 | Tải trọng máng tràn ($\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{ngđ}$) | 124 ÷ 496 | 248 |
| B | Bể lắng đợt I có tuần hoàn bùn hoạt tính dư | | |
| 1 | Thời gian lưu nước (giờ) | 1,5 ÷ 2,5 | 2 |
| 2 | Tải trọng bề mặt ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngđ}$): | | |
| | - Ứng với lưu lượng trung bình | 24,42 ÷ 32,56 | |
| | - Ứng với lưu lượng giờ lớn nhất | 48,84 ÷ 69,19 | 61,05 |
| 3 | Tải trọng máng tràn ($\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{ngđ}$) | 124 ÷ 496 | 248 |
| C | Kích thước bể lắng ngang (hình chữ nhật) | | |
| 1 | Chiều cao (m) | 3,0 ÷ 4,5 | 3,6 |
| 2 | Chiều dài (m) | 15,0 ÷ 91,0 | 24,0 ÷ 40,0 |
| 3 | Chiều rộng (m) | 3,0 ÷ 24,0 | 5,0 ÷ 10,0 |
| 4 | Tỉ số giữa chiều dài và chiều rộng | $\geq 3:1$ | |
| 5 | Tỉ số giữa chiều rộng và chiều sâu | 1:1 ÷ 2,25:1 | |
| 6 | Tốc độ thanh gạt bùn (m/phút) | 0,61 ÷ 1,22 | 0,91 |
| D | Kích thước bể lắng ly tâm (hình tròn) | | |
| 1 | Chiều cao (m) | 2,4 ÷ 4,5 | 3,6 |
| 2 | Đường kính (m) | 3,0 ÷ 60,0 | 12,0 ÷ 45,0 |
| 3 | Độ dốc đáy bể (mm/m) | 62,5 ÷ 166,7 | 83,33 |
| 4 | Tốc độ thanh gạt bùn (vòng/phút) | 0,02 ÷ 0,05 | 0,03 |

Diện tích mặt thoáng của bể lắng ly tâm trên mặt bằng ứng với lưu lượng lớn nhất tính theo công thức:

$$F_2 = \frac{Q_{\max, \text{ngđ}}^{\text{tc}}}{L_2} = \frac{120780}{85} = 1420,94 \text{ m}^2$$

Trong đó: $Q_{\max, \text{ngđ}}^{\text{tc}}$ = Lưu lượng lớn nhất ngày, $Q_{\max, \text{ngđ}}^{\text{tc}} = 120780 \text{ m}^3/\text{ngày}$;
 L_2 = Tải trọng thiết kế ứng với lưu lượng lớn nhất ngày,
 $L_2 = 85 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$ (lấy theo Bảng TK-4).

So sánh F_1 và F_2 , chọn $F = F_1 = 3058,23 \text{ m}^2$

Chọn bể lắng ly tâm đợt I gồm 3 đơn nguyên công tác và một đơn nguyên dự phòng. Đường kính của bể lắng ly tâm đợt I tính theo công thức:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{n\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 3058,23}{3 \times 3,1416}} = 36 \text{ m}$$

Trong đó: n = Số đơn nguyên công tác, $n = 3$.

Kiểm tra lại tải trọng máng tràn theo công thức:

$$L_m = \frac{Q_{\max, \text{ngđ}}^{\text{tc}}}{n\pi D} = \frac{103985}{3 \times 3,1416 \times 36} = 306 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{ngày}$$

So sánh với giá trị tải trọng máng tràn ở Bảng TK-4 ở trên ta thấy giá trị tính toán đạt yêu cầu.

Thể tích của mỗi đơn nguyên bể lắng ly tâm đợt I tính theo công thức:

$$V = F \times H = 3058,23 \times 3,6 = 11009,63 \text{ m}^3$$

Trong đó: F = Diện tích mặt bằng bể, $F = 3058,23 \text{ m}^2$;
 H = Chiều cao công tác của bể, chọn $H = 3,6 \text{ m}$.

Kiểm tra lại thời gian lưu nước của bể lắng theo công thức:

$$t = \frac{V}{Q_{\max, \text{h}}^{\text{tc}}} = \frac{11009,63}{7131,4} = 1,54 \text{ h}$$

Chiều cao xây dựng của bể lắng ly tâm tính theo công thức:

$$H_{\text{xd}} = H + h_1 + h_2 + h_3 = 3,6 + 0,3 + 0,4 + 0,3 = 4,6 \text{ m}$$

Trong đó: H = Chiều cao công tác của bể lắng ly tâm, $H = 3,6 \text{ m}$;
 h_1 = Chiều cao lớp trung hòa, $h_1 = 0,3 \text{ m}$;
 h_2 = Khoảng cách từ mực nước đến thành bể, chọn $h_2 = 0,4 \text{ m}$;
 h_3 = Chiều cao phần chứa cặn, $h_3 = 0,3 \text{ m}$.

Bể lắng đợt I có thể loại bỏ được từ 50% đến 70% chất rắn lơ lửng và 25% đến 50% NOS_5 .

Tính toán Aerôten

Nước thải sau xử lý ở bể lắng đợt I được dẫn đến công trình xử lý sinh học: Aerôten - Quá trình bùn hoạt tính vi sinh vật lơ lửng.

Aerôten được tính toán thiết kế không có bể tái sinh vì giá trị $\text{NOS}_{20} = 139,0 \text{ mg/L}$ dẫn vào aerôten $< 150 \text{ mg/L}$ và trong thành của phần của nước thải không có các chất độc hại vượt tiêu chuẩn qui định (Điều 6.15.3 - TCXD-51-84).

Tính toán thiết kế aerôten căn cứ vào các yếu tố sau đây:

- Thành phần và tính chất của nước thải;
- Nhu cầu oxy cần cho quá trình oxy hóa sinh học (NOS_{20});
- Mức độ xử lý nước thải;
- Hiệu quả sử dụng không khí.

(Điều 6.15.2- Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84)

Nội dung tính toán aerôten gồm các phần sau:

- Xác định lượng không khí cần thiết cung cấp cho aerôten;
- Chọn kiểu bể và xác định kích thước bể;
- Chọn kiểu và tính toán thiết bị khuấy tán không khí.

a) Xác định lưu lượng không khí cung cấp cho aerôten

Có nhiều phương pháp khác nhau để tính toán aerôten. Dưới đây giới thiệu một trong số các phương pháp tính đó - phương pháp Karolcov. Một số phương pháp tính khác sẽ được giới thiệu tiếp ở các phần sau.

Nội dung tính toán:

- Lưu lượng không khí đi qua 1m^3 nước thải cần xử lý (lưu lượng riêng của không khí) khi xử lý sinh học hiếu khí ở aerôten được tính theo công thức:

$$D = \frac{2L_a}{K \times H} = \frac{2 \times 139,0}{14 \times 4} = 4,96 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ nước thải}$$

Trong đó: L_a = NOS₂₀ của nước thải dẫn vào aerôten, $L_a = L_{\infty} = 139,0 \text{ mg/L}$;
 K = Hệ số sử dụng không khí: $K = 6 \div 7 \text{ g/m}^4$ khi sử dụng thiết bị khuếch tán không khí là đường ống châm lỗ; $K = 14 \div 18 \text{ g/m}^4$ khi sử dụng tấm plastic xốp; chọn $K = 14 \text{ g/m}^4$ để tính toán;
 H = Chiều sâu công tác của aerôten, $H = 4\text{m}$.

- Thời gian cần thiết thổi không khí vào aerôten được tính theo công thức:

$$t = \frac{2L_a}{K \times I} = \frac{2 \times 139,0}{14 \times 4,2} = 4,73 \text{ h}$$

Trong đó: I = Cường độ thổi không khí, I phụ thuộc vào hàm lượng NOS₂₀ của nước thải dẫn vào aerôten và NOS₂₀ sau khi xử lý có thể lấy theo Bảng 3-11. Chọn $I = 4,2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

- Lượng không khí thổi vào aerôten trong 1 đơn vị thời gian (giờ):

$$V = D \times Q = 4,96 \times 4332,5 = 21489,2 \text{ m}^3/\text{h};$$

Trong đó: Q = Lưu lượng nước thải, m^3/h : Nếu K_{ch} (Hệ số không điều hòa chung) của nước thải chảy vào aerôten $\leq 1,25$ thì Q lấy bằng lưu lượng trung bình giờ của nước thải trong ngày đêm tức là: $Q = 4332,5 \text{ m}^3/\text{h}$; Trường hợp $K_{ch} > 1,25$ khi đó Q lấy bằng lưu lượng trung bình của nước thải chảy vào aerôten những giờ lớn nhất.

BẢNG 3-11.

Cường độ thổi khí I phụ thuộc vào NOS₂₀

| NOS ₂₀ đầu vào (mg/L) | $I, \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ứng với NOS ₂₀ sau xử lý | | |
|-------------------------------------|---|---------|---------|
| | 15 mg/L | 20 mg/L | 25 mg/L |
| 150 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
| 200 | 4,7 | 5,4 | 6,0 |
| 250 | 5,4 | 6,1 | 6,7 |

b) Xác định kích thước aerôten

- Diện tích aerôten được tính theo công thức:

$$F = \frac{V}{I} = \frac{21489,2}{4,2} = 5116,5 \text{ m}^2$$

- Thể tích của aerôten được tính theo công thức:

$$W = F \times H = 5116,5 \times 4 = 20466 \text{ m}^3$$

Trong đó: H = chiều cao của aerôten, $H = 4\text{m}$.

- Chiều dài các hành lang của aerôten sẽ là:

$$L = \frac{F}{b} = \frac{5116,5}{8} = 639,56 \text{ m} \approx 640 \text{ m}$$

Trong đó: b = Chiều ngang mỗi hành lang của aerôten, có thể lấy $b = 2H = 8\text{m}$.

- Chọn aerôten gồm 4 đơn nguyên, 4 hành lang cho một đơn nguyên, chiều dài mỗi hành lang sẽ là:

$$l = \frac{L}{n \times N} = \frac{640}{4 \times 4} = 40 \text{ m}$$

Trong đó: n = Số hành lang trong 1 đơn nguyên, $n = 4$;
 N = Số đơn nguyên, $N = 4$.

Hình 3-14 giới thiệu sơ đồ aerôten với số lượng các hành lang khác nhau.

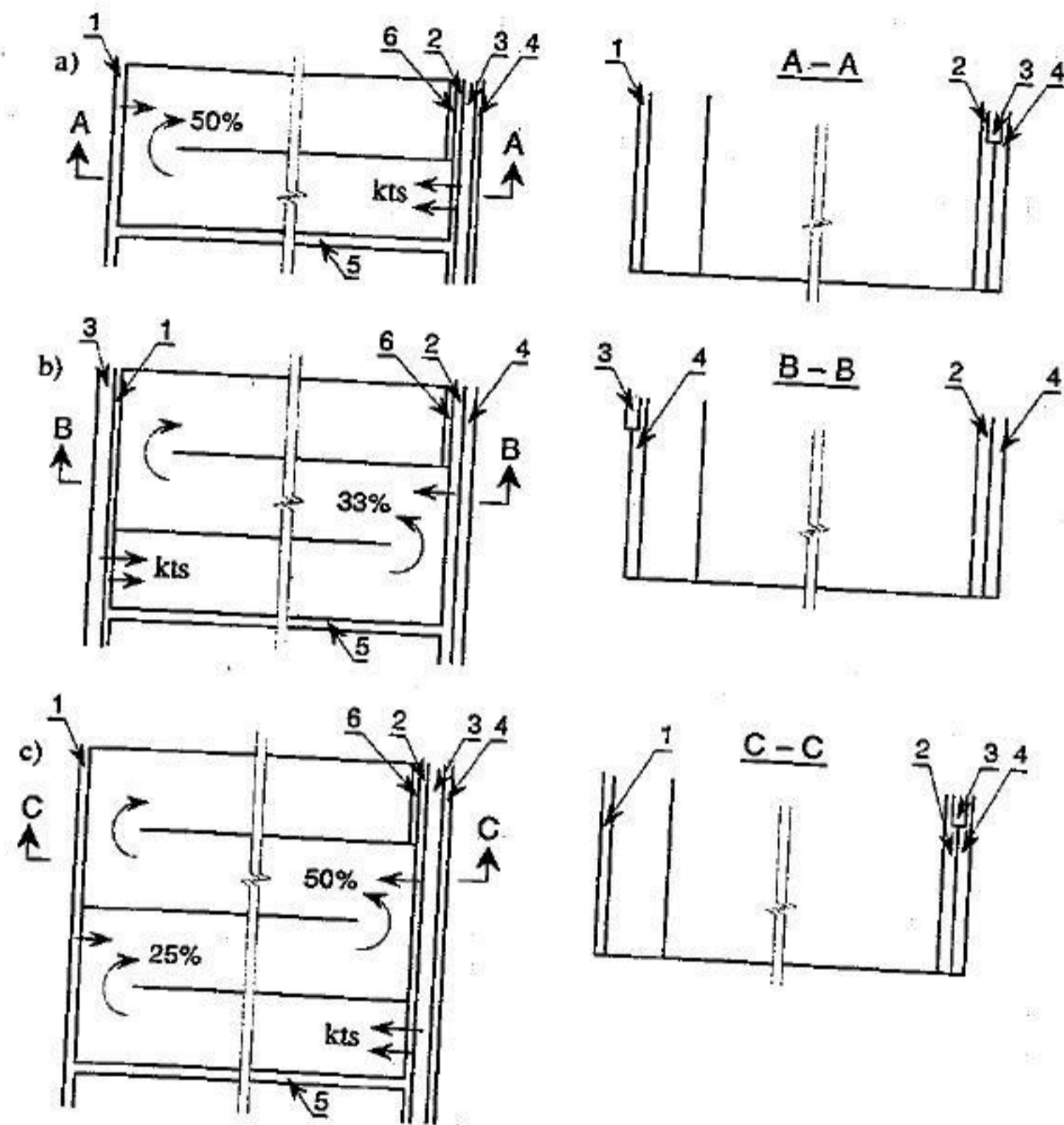
c) Tính toán thiết bị khuếch tán không khí

Một số thiết bị khuếch tán khí dùng cho aerôten được giới thiệu ở Hình 3-15.

Chọn loại thiết bị khuếch tán khí với tấm xốp có kích thước mỗi tấm $300 \times 300 \text{ mm}$. Như vậy, số lượng tấm xốp khuếch tán không khí cần thiết được tính theo công thức:

$$N_x = \frac{V \times 1000}{D \times 60} = \frac{21489,2 \times 1000}{110 \times 60} = 3260 \text{ tấm}$$

Trong đó: N_x = Số lượng tấm xốp;
 D' = Lưu lượng riêng của không khí. Khi chọn tấm xốp: $D' \approx 80 \div 120$ L/phút. Chọn $D' = 110$ L/phút.

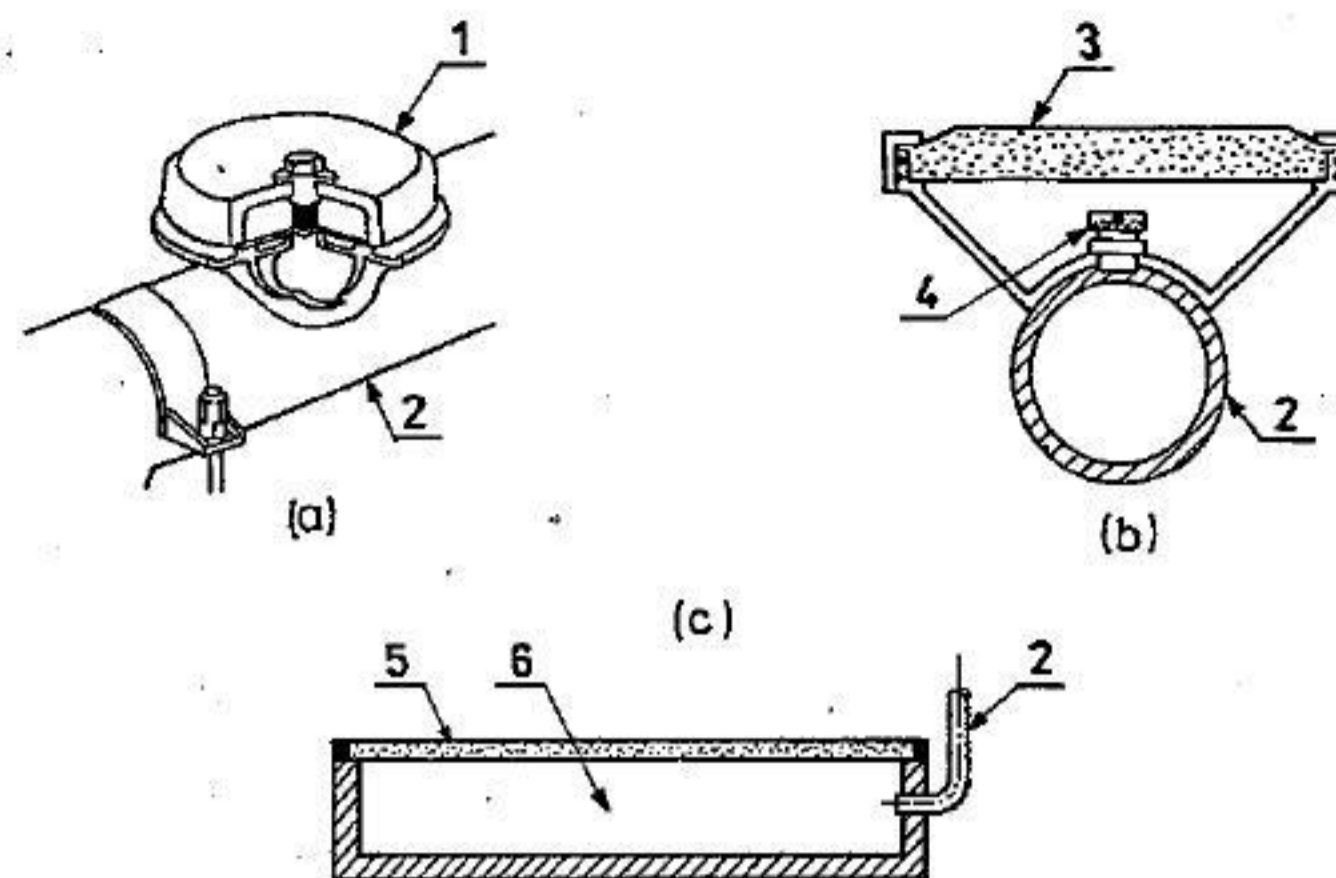


HÌNH 3-14.

Sơ đồ aerôten với số lượng hàng lang khác nhau.

a), b), c) - Aerôten với 2, 3, 4 Hàng lang;

1 - Máng phân phối ở đầu bể; 2 - Máng phân phối ở cuối bể; 3 - Máng dẫn bùn hoạt tính vào bể; 4 - Máng dẫn nước đến bể lắng đợt II; 5 - Máng liên kết không tái sinh; 6 - Máng tràn; kts - Không tái sinh.



HÌNH 3-15.

Cấu tạo của một số dạng thiết bị khuếch tán không khí dùng cho aerôten.

- a- Thiết bị khuếch tán không khí kiểu vòm tròn;
- b- Kiểu đĩa khuếch tán phân phối;
- c- Kiểu mương phân phối với tấm xốp khuếch tán không khí;

1- Vòm khuếch tán; 2 - Ống chính dẫn không khí khuếch tán; 3 - Đĩa khuếch tán; 4 - Lỗ kiểm tra; 5- Tấm xốp; 6 - Mương phân phối không khí.

Số lượng tấm xốp n_1 trong một hàng lang sẽ là:

$$n_1 = \frac{N_x}{n \times N} = \frac{3260}{4 \times 4} = 203,75 \approx 204 \text{ tấm}$$

Các tấm xốp được bố trí thành một hàng từ một phía của hàng lang. Các tấm xốp với kích thước $300 \times 300 \times 40$ mm được đặt trên rãnh dưới đáy của aerôten.

Trong các aerôten có thiết kế ống xả cạn bể và có bộ phận xả nước thải khỏi thiết bị khuếch tán không khí.

d) Tính toán lượng bùn hoạt tính tuần hoàn

Từ thực nghiệm và kinh nghiệm quản lý ở các trạm xử lý nước thải cho thấy lượng bùn hoạt tính tuần hoàn chiếm $40 \div 70$ % tổng lượng bùn hoạt tính sinh ra hoặc có thể tính theo công thức:

$$P = \frac{(C_{nh} - C_{II})}{(C_{th} - C_{nh})} \times 100\% = \frac{(2400 - 98,79)}{(5800 - 2400)} \times 100 = 67,68\%$$

Trong đó: C_{nh} = Nồng độ bùn hoạt tính trong hỗn hợp nước - bùn chảy từ aerôten đến bể lắng đợt II, $C_{nh} = 2000 \div 3000$ mg/L, lấy $C_{nh} = 2400$ mg/L;
 C_{II} = Nồng độ chất lơ lửng trong nước thải chảy vào aerôten, $C_{II} = 98,79$ mg/L;
 C_{th} = Nồng độ bùn hoạt tính tuần hoàn, $C_{th} = 5000 \div 6000$ mg/L, lấy $C_{th} = 5800$ mg/L.

Nói một cách khác, với $P = 67,68\%$, lưu lượng trung bình của hỗn hợp bùn hoạt tính tuần hoàn sẽ là:

$$Q_{th} = \frac{P \times Q_{th,h}}{100} = \frac{67,68 \times 4332,5}{100} = 2932,24 \text{ m}^3/\text{h} \text{ hay } 814,5 \text{ L/s}$$

PHÂN THAM KHẢO

Tính toán Aerôten theo cách thứ hai

Khi thiết kế công trình sinh học áp dụng quá trình bùn hoạt tính ta phải xem xét các yếu tố sau:

- Kiểu bể bùn hoạt tính (chảy nút, xáo trộn hoàn toàn, chảy tầng,...);
- Tải trọng tiêu chuẩn;
- Lượng bùn sinh ra;
- Nhu cầu oxy cung cấp và phương thức cung cấp;
- Nhu cầu chất dinh dưỡng;
- Kiểm soát các sinh vật dạng sợi;
- Tính chất nước thải sau xử lý.

Khi thiết kế bể aerôten làm thoáng bằng phương pháp khuếch tán khí, hình dạng bể ảnh hưởng rất quan trọng đến hiệu quả làm thoáng. Chiều cao lớp nước trong bể phải từ 4,57m đến 7,62m để việc khuếch tán khí đạt hiệu quả cao. Chiều cao bảo vệ (từ mặt nước đến đỉnh bể) từ 0,3m đến 0,6m. Đối với aerôten mô hình dòng chảy nút, xáo trộn nhờ dòng chảy xoắn thì chiều rộng của bể phải phụ thuộc vào chiều cao. Đối với loại bể này tỉ số giữa chiều rộng và chiều cao có thể lấy từ 1 : 1 đến 2,2 : 1 (thường lấy 1,5 : 1). Ở những trạm xử lý lớn, có thể thiết kế bể gồm từ một đến bốn hành lang với dòng chảy vòng lại ở cuối mỗi hành lang. Tỉ số giữa chiều dài và chiều rộng của mỗi hành lang tối thiểu phải là 5 : 1.

Tóm tắt các số liệu tính toán:

- Lưu lượng trung bình của nước thải trong một ngày đêm: $Q = 103980 \text{ m}^3/\text{ngày}$;
- Hàm lượng NOS_{20} trong nước thải dẫn vào aerôten: $L_a = 139 \text{ mg/L}$;
- Hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải dẫn vào aerôten: $C = 98,79 \text{ mg/L}$;
- Hàm lượng NOS_{20} trong nước thải cần đạt sau xử lý: $L_1 = 20 \text{ mg/L}$;
- Hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải cần đạt sau xử lý: $C_s = 18 \text{ mg/L}$;
- Nhiệt độ của nước thải: $t = 24^\circ\text{C}$.

Giả sử rằng chất lơ lửng trong nước thải đầu ra là chất rắn sinh học (bùn hoạt tính), trong đó có 80% là chất dễ bay hơi và 60% là chất có thể phân hủy sinh học.

Trong cách tính này, chọn aerôten kiểu xáo trộn hoàn toàn (complete-mix) để tính toán thiết kế. Các thông số cơ bản tính toán aerôten kiểu xáo trộn hoàn toàn có thể tham khảo theo chỉ dẫn dưới đây:

- Thời gian lưu bùn : $\theta_c = 5 \div 15$ ngày;
- Tỉ số F/M : $0,2 \div 0,6 \text{ kg/kg.ngày}$;
- Tải trọng thể tích : $0,8 \div 1,92 \text{ kgNOS}_5/\text{m}^3.\text{ngày}$;
- Nồng độ MLSS : $2500 \div 4000 \text{ mg/L}$;
- Tỉ số thể tích bể/lưu lượng giờ : $W/Q = 3 \div 5 \text{ hr}$;
- Tỉ số tuần hoàn bùn hoạt tính : $Q_{th}/Q = 0,25 \div 1,0$.

Tính toán aerôten theo phương pháp thứ hai này bao gồm các bước sau:

1. Xác định nồng độ NOS_5 của nước thải đầu vào và đầu ra aerôten:

$$\text{NOS}_{5(\text{vào})} = \text{NOS}_{20(\text{vào})} \times 0,68 = L_a \times 0,68 = 139 \times 0,68 = 94,52 \text{ mg/L}$$

$$\text{NOS}_{5(\text{ra})} = \text{NOS}_{20(\text{ra})} \times 0,68 = L_1 \times 0,68 = 20 \times 0,68 = 13,6 \text{ mg/L}$$

2. Tính nồng độ NOS_5 hòa tan trong nước ở đầu ra theo quan hệ sau:

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

- NOS_5 của chất lơ lửng trong nước thải đầu ra tính như sau:

- Phần có khả năng phân hủy sinh học của chất rắn sinh học ở đầu ra là:
 $0,6 \times 18 \text{ (mg/L)} = 10,8 \text{ mg/L}$;
- NOS hoàn toàn của chất rắn có khả năng phân hủy sinh học ở đầu ra là:
 $0,6 \times 18 \text{ mg/L} \times 1,42 \text{ mg O}_2 \text{ tiêu thụ/mg tế bào bị oxy hóa} = 15,3 \text{ mg/L}$;
- NOS_5 của chất rắn lơ lửng ở đầu ra = $15,3 \text{ mg/L} \times 0,68 = 10,4 \text{ mg/L}$.

- NOS_5 hòa tan trong nước ở đầu ra xác định như sau:

$$13,6 \text{ mg/L} = \text{NOS}_5^{\text{ht}} + 10,4 \text{ mg/L} \Rightarrow \text{NOS}_5^{\text{ht}} = 13,6 - 10,4 = 3,2 \text{ mg/L}$$

3. Xác định hiệu quả xử lý E:

Hiệu quả xử lý được xác định bởi phương trình:

$$E = \frac{L_2 - L_1}{L_2} \times 100$$

- Hiệu quả xử lý tính theo NOS_5 hoà tan:

$$E_{hi} = \frac{94,52 - 3,2}{94,52} \times 100 = 96,61\%$$

- Hiệu quả xử lý tính theo tổng cộng:

$$E_{tc} = \frac{94,52 - 13,6}{94,52} \times 100 = 85,61\%$$

4. Xác định thể tích bể Aeroten:

Thể tích aerôten được tính theo công thức sau:

$$W = \frac{\theta_c \times Q \times Y \times (L_2 - L_1)}{X \times (1 + K_d \theta_c)} = \frac{10 \times 103980 \times 0,6 \times (94,52 - 3,2)}{3500 \times (1 + 0,06 \times 10)} = 10174 \text{ m}^3$$

- Trong đó: θ_c = Thời gian lưu bùn. Đối với nước thải đô thị, $\theta_c = 5 \div 15$ ngày.
 Trong cách tính này chọn $\theta_c = 10$ ngày;
 Q = Lưu lượng trung bình ngày, $Q = 103980 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;
 Y = Hệ số sản lượng bùn, đây là một thông số động học được xác định bằng thực nghiệm. Trường hợp thiếu số liệu thực nghiệm, đối với nước thải đô thị có thể lấy theo kinh nghiệm của các nước như sau: $Y = 0,4 \div 0,8 \text{ mgVSS/mgNOS}_5$. Trong cách tính này chọn $Y = 0,6 \text{ mgVSS/mgNOS}_5$;
 L_2 = NOS_5 của nước thải dẫn vào bể aerôten, $L_2 = 94,52 \text{ mg/L}$;
 L_1 = NOS_5 hòa tan của nước thải ra khỏi aerôten, $L_1 = 3,2 \text{ mg/L}$;
 X = Nồng độ chất lơ lửng dễ bay hơi trong hỗn hợp bùn hoạt tính. Đối với nước thải sinh hoạt có thể lấy $X = 3500 \text{ mg/L}$;
 K_d = Hệ số phân hủy nội bào, đây cũng là một thông số động học được xác định bằng thực nghiệm. Khi thiếu số liệu thực nghiệm có thể lấy $K_d = 0,06 \text{ ngày}^{-1}$ đối với nước thải sinh hoạt.

5. Tính toán lượng bùn dư thải bỏ mỗi ngày:

Hệ số sản lượng quan sát tính theo công thức:

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + K_d \theta_c} = \frac{0,6}{1 + 0,06 \times 10} = 0,375$$

Lượng sinh khối gia tăng mỗi ngày tính theo MLVSS:

$$P_x = \frac{Y_{obs} \times Q \times (L_2 - L_1)}{10^3 \text{ g/kg}} = \frac{0,375 \times 103980 \times (94,52 - 3,2)}{10^3} = 3561 \text{ kg/ngày}$$

Lượng tăng sinh khối tổng cộng tính theo MLSS:

$$P_{x(ss)} = \frac{P_x}{0,8} = \frac{3561}{0,8} = 4451,25 \text{ kg/ngày}$$

Lượng bùn thải bỏ mỗi ngày = Lượng tăng sinh khối tổng cộng tính theo MLSS - Hàm lượng chất lơ lửng còn lại trong dòng ra = $4451,25 - (103980 \times 18 \times 10^{-3}) = 2579,61 \text{ kg/ngày}$.

6. 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, $Q_{ra} = Q$ 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). Khi đó lưu lượng bùn dư thải bỏ được tính toán xuất phát từ công thức:

$$\theta_c = \frac{WX}{Q_b X + Q_{ra} X_{ra}}$$

- Trong đó: W = Thể tích aerôten, $W = 10174 \text{ m}^3$;
 X = Nồng độ VSS trong hỗn hợp bùn hoạt tính ở bể aerôten, $X = 3500 \text{ mg/L}$;
 X_{ra} = Nồng độ VSS trong SS ra khỏi bể lắng, $X_{ra} = 0,8 \times 18 \text{ mg/L} = 14,4 \text{ mg/L}$;
 Q_b = Lưu lượng bùn thải, m^3 ;
 Q_{ra} = Lưu lượng nước thải ra khỏi bể lắng đợt II, $Q_{ra} = Q = 103980 \text{ m}^3/\text{ngđ}$.

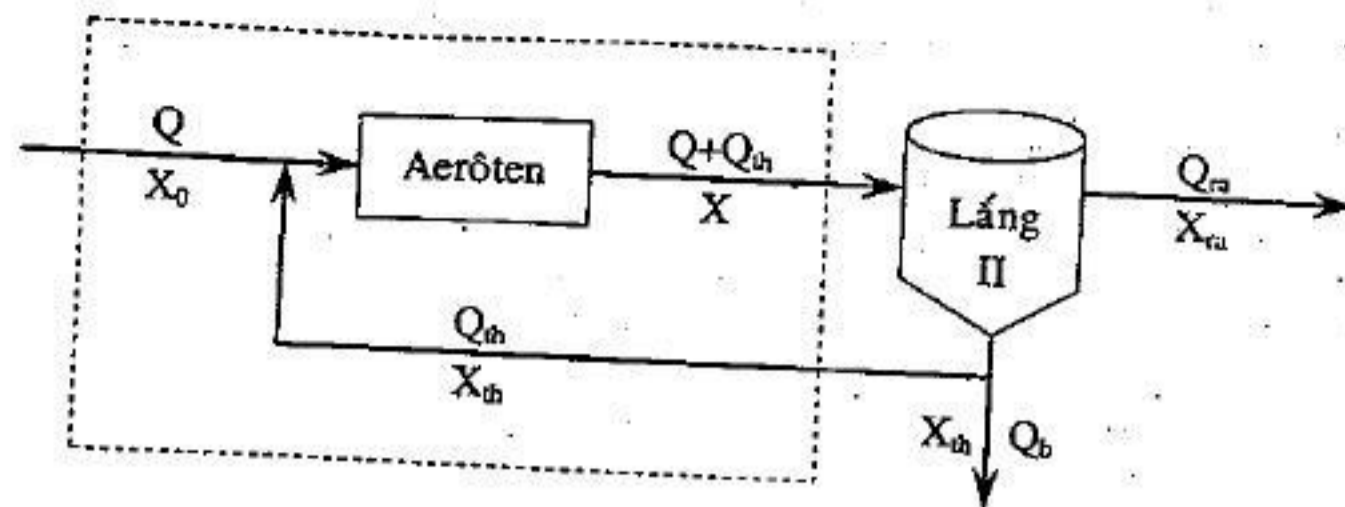
Từ đó tính được:

$$Q_b = \frac{WX - \theta_c Q_{ra} X_{ra}}{\theta_c X} = \frac{10174 \times 3500 - (10 \times 103980 \times 14,4)}{10 \times 3500} = 590 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

7. Xác định tỷ số tuần hoàn bằng cách viết phương trình cân bằng vật chất đối với bể aerôten theo sơ đồ ở hình dưới đây:

Cân bằng vật chất cho bể aerôten:

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



- Trong đó: Q = Lưu lượng nước thải;
 Q_{th} = Lưu lượng bùn hoạt tính tuần hoàn;
 X_0 = Nồng độ VSS trong nước thải dẫn vào aerôten, mg/L;
 X = Nồng độ VSS ở bể aerôten, $X = 3500$ mg/L;
 X_{th} = Nồng độ VSS trong bùn tuần hoàn, $X_{th} = 8000$ mg/L.

Giá trị X_0 thường rất nhỏ so với X và X_{th} , do đó trong phương trình cân bằng vật chất ở trên có thể bỏ qua đại lượng QX_0 . Khi đó phương trình cân bằng vật chất sẽ có dạng:

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

Chia 2 vế của phương trình này cho Q và đặt tỉ số $Q_{th}/Q = \alpha$ (α được gọi là tỉ số tuần hoàn), ta được:

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

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

8. Xác định thời gian lưu nước của bể aerôten:

$$\theta = \frac{W}{Q} = \frac{10174}{103980} \approx 0,1 \text{ ngày} = 2,4 \text{ h}$$

9. Xác định lượng oxy cấp cho bể aerôten theo NOS_{20} :

Khối lượng NOS_{20} cần xử lý mỗi ngày là:

$$G = \left(139 - \frac{3,2}{0,68}\right) \times 103980 \times 10^{-3} = 13965 \text{ kg/ngày}$$

Tính lượng oxy yêu cầu theo công thức:

$$M = G - (1,42 \times P_x) = 13965 - (1,42 \times 3561) = 8908 \text{ kg/ngày}$$

Tính thể tích không khí theo yêu cầu:

Giả sử hiệu quả vận chuyển oxy của thiết bị thổi khí là 8%, hệ số an toàn khi sử dụng trong thiết kế thực tế là 2.

Lượng không khí yêu cầu theo lý thuyết (giả sử không khí chứa 23,2% O_2 theo trọng lượng và trọng lượng riêng của không khí ở $20^\circ C$ là $0,0118 \text{ kN/m}^3 = 1,18 \text{ kg/m}^3$) là:

$$\frac{8908}{1,18 \times 0,232} = 32540 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Lượng không khí yêu cầu với hiệu quả vận chuyển 8% sẽ bằng:

$$\frac{32540}{0,08} = 406750 \text{ m}^3/\text{ngày} = 282 \text{ m}^3/\text{phút}$$

Lượng không khí thiết kế để chọn máy nén khí sẽ là:

$$282 \times 2 = 564 \text{ m}^3/\text{phút} = 9,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

Áp lực và công suất của hệ thống nén khí:

Khí được phân phối vào bể bằng các ống khoan lỗ đặt dọc theo các hàng lang, vận tốc khí ra khỏi lỗ từ $5 \div 10$ m/s.

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

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

Trong đó: h_d = Tổn thất áp lực do ma sát dọc theo chiều dài ống dẫn (m);

h_c = Tổn thất cục bộ (m);

h_r = Tổn thất qua thiết bị phân phối (m);

H = Chiều sâu hữu ích của bể, $H = 4$ m.

Tổng tổn thất h_d và h_c thường không vượt quá 0,4m; tổn thất h_r không quá 0,5m. Do đó áp lực cần thiết sẽ là:

$$H_{ct} = 0,4 + 0,5 + 4 = 4,9 \text{ m}$$

Áp lực không khí sẽ là:

$$P = \frac{10,33 + H_{ct}}{10,33} = \frac{10,33 + 4,90}{10,33} = 1,474 \text{ at}$$

Công suất máy nén khí tính theo công thức:

$$N = \frac{34400 \times (P^{0,29} - 1) \times q}{102 \times \eta} = \frac{34400 \times (1,474^{0,29} - 1) \times 9,4}{102 \times 0,8} = 472 \text{ kW}$$

Trong đó: q = Lưu lượng không khí, $q = 9,4 \text{ m}^3/\text{s}$;
 η = Hiệu suất máy nén khí, $\eta = 0,7 \div 0,9$. Chọn $\eta = 0,8$.

Để sử dụng tiện lợi, chọn 4 máy nén khí sử dụng riêng lẻ cho 2 đơn nguyên, mỗi đơn nguyên sử dụng 2 máy, mỗi máy có công suất 118 KW.

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

- Tỉ số F/M xác định theo công thức sau đây:

$$\frac{F}{M} = \frac{L_a}{\theta \times X} = \frac{94,52}{0,1 \times 3500} = 0,27 \text{ ngày}^{-1}$$

- Tải trọng thể tích bằng:

$$\frac{L_a \times Q}{W} \times 10^{-3} = \frac{94,52 \times 103980}{10174} \times 10^{-3} = 0,966 \text{ kgNOS}_5/\text{m}^3 \cdot \text{ngày}$$

Cả hai giá trị này đều nằm trong giới hạn cho phép đối với aerôten xáo trộn hoàn toàn như đã đề cập ở phía trước: $F/M = 0,2 \div 0,6 \text{ kg/kg.ngày}$ và tải trọng thể tích trong khoảng $0,8 \div 1,92 \text{ kgNOS}_5/\text{m}^3 \cdot \text{ngày}$.

10. Xác định kích thước của bể Aerôten:

- Diện tích của aerôten trên mặt bằng:

$$F = \frac{V}{H} = \frac{10174}{4} = 2543,5 \text{ m}^2$$

Trong đó: H - Chiều cao công tác của aerôten, $H = 4\text{m}$.

- Tổng chiều dài các hành lang của aerôten:

$$L = \frac{F}{b} = \frac{2543,5}{8} = 318 \text{ m}$$

Trong đó: b - Chiều rộng của aerôten, chọn $b = 8\text{m}$.

Chọn Aerôten gồm 2 đơn nguyên, mỗi đơn nguyên gồm 4 hành lang. Như vậy chiều dài mỗi hành lang sẽ là:

$$\lambda = \frac{L}{N \times n} = \frac{318}{2 \times 4} = 39,75 \text{ m} \approx 40 \text{ m}$$

Trong đó: N = Số đơn nguyên, $N = 2$;
 n = Số hành lang trong mỗi đơn nguyên, $n = 4$.

Chiều cao xây dựng của bể Aerôten: $H_{xd} = 4 + 0,4 = 4,4\text{m}$.

Tính toán bể lắng ly tâm đợt II

Bể lắng đợt II làm nhiệm vụ lắng hỗn hợp nước - bùn từ bể aerôten dẫn đến và bùn lắng ở đây được gọi là bùn hoạt tính.

Số liệu để tính toán bể lắng đợt II lấy theo Điều 6.5.6 và 6.5.7 - Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84:

- Thời gian lắng ứng với Q_{max} và với xử lý sinh học hoàn toàn: $t = 2\text{h}$;
- Hàm lượng chất lơ lửng trôi theo nước ra khỏi bể lắng đợt II ứng với NOS_{20} sau xử lý (15 mg/L) là 12 mg/L .

Thể tích của bể lắng đợt II được tính như sau:

$$W = Q_{max,h} \times t = 7131,4 \times 2 = 14262,8 \text{ m}^3$$

Chọn 4 bể lắng đợt II làm việc song song, khi đó thể tích mỗi bể sẽ là:

$$W_1 = \frac{W}{4} = \frac{14262,8}{4} = 3565,7 \text{ m}^3$$

Chọn đường kính của bể lắng đợt II cũng bằng đường kính của bể lắng đợt I: $D = 33\text{m}$. Do đó diện tích của mỗi bể được tính từ công thức:

$$D = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi}}$$

$$F_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \times (33)^2}{4} = 855,3 \text{ m}^2$$

Chiều sâu vùng lắng của bể lắng đợt II sẽ là:

$$H_1 = \frac{W_1}{F_1} = \frac{3565,7}{855,3} = 4,17 \text{ m}$$

Chiều cao xây dựng sẽ là:

$$H_{xd} = H_1 + h_{th} + h_b + h_{bv} = 4,17 + 0,3 + 0,5 + 0,33 = 5,3 \text{ m}$$

Trong đó: h_{th} = Chiều cao lớp trung hòa, $h_{th} = 0,3\text{m}$;
 h_b = Chiều cao lớp bùn trong bể lắng, $h_b = 0,5\text{m}$;
 h_{bv} = Chiều cao bảo vệ, $h_{bv} = 0,33\text{m}$.

Thể tích ngăn chứa bùn của bể lắng đợt II được tính theo công thức:

$$W_b = \frac{(C_b - C_r) \times Q_{b,h} \times 100 \times t}{(100 - P) \times 1000 \times 1000 \times n} = \frac{(160 - 12) \times 4332,5 \times 100 \times 2}{(100 - 99,4) \times 1000 \times 1000 \times 3} = 71,25 \text{ m}^3$$

- Trong đó: C_d = Hàm lượng bùn hoạt tính trong nước ra khỏi aerôten, g/m^3 có thể lấy như sau: Với xử lý sinh học hoàn toàn, ứng với NOS_{20} sau xử lý là 15, 20, 25 mg/L thì C_b tương ứng là 160, 200, 220 g/m^3 .
 Vậy: $C_b = 160 \text{ g/m}^3$;
 C_r = Hàm lượng chất lơ lửng trôi theo nước ra khỏi bể lắng đợt II, $C_r = 12 \text{ mg/L}$;
 t = Thời gian tích lũy bùn hoạt tính trong bể, $t = 2 \text{ h}$;
 P = Độ ẩm của bùn hoạt tính, $P = 99,4 \%$;
 n = Số bể lắng công tác, $n = 3$ bể;
 $Q_{b,h}$ = Lưu lượng trung bình giờ của nước thải, $Q_{b,h} = 4332,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Việc xả bùn hoạt tính khỏi bể lắng đợt II được thực hiện bằng áp lực thủy tĩnh 0,9 ÷ 1,2m và đường kính ống dẫn bùn $\phi = 200 \text{ mm}$ (Điều 6.5.8 - Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84).

PHẦN THAM KHẢO

Tính toán bể lắng đợt II theo cách thứ hai

Tính toán bể lắng đợt II có thể dựa theo các thông số cho trong Bảng TK-5.

Diện tích mặt thoáng của bể lắng đợt II trên mặt bằng ứng với lưu lượng trung bình tính theo công thức:

$$F_1 = \frac{Q_{ngđ}^{tb}}{L_1} = \frac{103980}{22} = 4726 \text{ m}^2$$

- Trong đó: $Q_{ngđ}^{tb}$ = Lưu lượng trung bình ngày đêm, $Q_{ngđ}^{tb} = 103980 \text{ m}^3/\text{ngày}$
 L_1 = Tải trọng bề mặt ứng với lưu lượng trung bình, lấy theo Bảng TK-5: $L_1 = 22 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{ngày}$.

Diện tích mặt thoáng của bể trên mặt bằng ứng với lưu lượng lớn nhất tính theo công thức:

$$F_2 = \frac{Q_{ngđ}^{max}}{L_2} = \frac{120780}{44} = 2745 \text{ m}^2$$

- Trong đó: $Q_{ngđ}^{max}$ = Lưu lượng lớn nhất trong ngày, $Q_{ngđ}^{max} = 103980 \text{ m}^3/\text{ngày}$
 L_2 = Tải trọng bề mặt ứng với lưu lượng lớn nhất, lấy theo Bảng TK-5: $L_2 = 44 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{ngày}$.

BẢNG TK-5.

Các thông số thiết kế bể lắng đợt II

| Loại công trình xử lý sinh học | Tải trọng bề mặt ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{ngđ}$) | | Tải trọng chất rắn ($\text{kg}/\text{m}^2.\text{h}$) | | Chiều cao công tác (m) |
|---|---|-------------|--|----------|------------------------|
| | Trung bình | Lớn nhất | Trung bình | Lớn nhất | |
| Bùn hoạt tính khuếch tán bằng không khí | 16,3 ÷ 32,6 | 40,7 ÷ 48,8 | 3,9 ÷ 5,9 | 9,8 | 3,7 ÷ 6,1 |
| Bùn hoạt tính khuếch tán bằng oxy nguyên chất | 16,3 ÷ 32,6 | 40,7 ÷ 48,8 | 4,9 ÷ 6,8 | 9,8 | 3,7 ÷ 6,1 |
| Bể lọc sinh học | 16,3 ÷ 24,4 | 24,4 ÷ 48,8 | 2,9 ÷ 4,9 | 7,8 | 3,0 ÷ 4,6 |
| Bể sinh học tiếp xúc quay (RBC) | 16,3 ÷ 32,6 | 24,4 ÷ 48,8 | 3,9 ÷ 5,9 | 9,8 | 3,0 ÷ 4,6 |

Diện tích mặt thoáng của bể trên mặt bằng ứng với tải trọng chất rắn lớn nhất tính theo công thức:

$$F_3 = \frac{(Q_h^{max} + Q_h^{tb}) \times X \times 10^{-3}}{L_3} = \frac{(7131,4 + 5562,5) \times 3500 \times 10^{-3}}{9,8} = 4534 \text{ m}^2$$

- Trong đó: Q_h^{max} = Lưu lượng lớn nhất trong giờ, $Q_h^{max} = 7131,4 \text{ m}^3/\text{h}$;
 Q_h^{tb} = Lưu lượng bùn tuần hoàn lớn nhất trong giờ:
 $Q_h^{tb} = 0,78 \times Q_h^{max} = 0,78 \times 7131,4 = 5562,5 \text{ m}^3/\text{h}$
 X = Nồng độ VSS trong nước thải vào bể lắng, $X = 3500 \text{ mg/L}$;
 L_3 = Tải trọng chất rắn lớn nhất, $L_3 = 9,8 \text{ kg}/\text{m}^2.\text{h}$.

Diện tích mặt thoáng thiết kế của bể lắng đợt II trên mặt bằng sẽ là giá trị lớn nhất trong số 3 giá trị của F_1 , F_2 và F_3 ở trên. Như vậy, diện tích mặt thoáng thiết kế chính là $F = F_1 = 4726 \text{ m}^2$.

Đường kính của bể lắng ly tâm đợt II tính theo công thức:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi \times n}} = \sqrt{\frac{4 \times 4726}{\pi \times 4}} = 38,78 \text{ m} \approx 39 \text{ m}$$

Trong đó: n = Số bể lắng đợt II làm việc đồng thời, chọn $n = 4$.

Kiểm tra lại tải trọng máng tràn theo công thức:

$$L_m = \frac{Q_{ngđ}^{max}}{\pi D n} = \frac{120780}{\pi \times 39 \times 4} = 246 \text{ m}^3/\text{m.ngày} < 500 \text{ m}^3/\text{m.ngày}$$

Thể tích của bể lắng ly tâm đợt II tính theo công thức:

$$W = F \times H = 4726 \times 4 = 18904 \text{ m}^3$$

Trong đó: F = Diện tích mặt thoáng tổng cộng của bể lắng đợt II, $F = 4726 \text{ m}^2$;
 H = Chiều cao công tác của bể lắng đợt II, chọn $H = 4 \text{ m}$;

Kiểm tra thời gian lưu nước trong bể theo công thức:

$$t = \frac{W}{Q + Q_{th}} = \frac{18904 \text{ m}^3}{4332,5 \text{ m}^3/\text{h} + (0,78 \times 4332,5 \text{ m}^3/\text{h})} = 2,45 \text{ h}$$

Trong đó: W = Thể tích của bể lắng ly tâm;
 Q = Lưu lượng nước thải trung bình giờ, $Q = 4332,5 \text{ m}^3/\text{h}$;
 Q_{th} = Lưu lượng tuần hoàn về aerôten, $Q_{th} = 0,78Q$.

Tính toán bể nén bùn

Bùn hoạt tính từ bể lắng đợt II có độ ẩm cao: $99,4\% \div 99,7\%$. Một phần lớn loại bùn này được dẫn trở lại aerôten (loại bùn này được gọi là *bùn hoạt tính tuần hoàn*), phần bùn còn lại được gọi là *bùn hoạt tính dư* được dẫn vào bể nén bùn. Nhiệm vụ của bể nén bùn là làm giảm độ ẩm của bùn hoạt tính dư bằng cách lắng (nén) cơ học để đạt độ ẩm thích hợp ($94 \div 96\%$) phục vụ cho việc xử lý bùn bằng quá trình phân hủy kỵ khí ở bể mêtan.

Các phương pháp thông dụng để nén bùn bao gồm 3 phương pháp vật lý sau:

- Phương pháp nén bùn bằng trọng lực;
- Phương pháp nén bùn bằng tuyến nổi khí hòa tan;
- Phương pháp nén bùn bằng máy ly tâm.

Trong ví dụ này, chọn phương pháp nén bùn trọng lực để tính toán thiết kế bể nén bùn. Ở các ví dụ sau sẽ lần lượt giới thiệu các phương pháp còn lại.

Nén bùn bằng phương pháp trọng lực thường được thực hiện trong các bể nén bùn có hình dạng gần giống như bể lắng đứng hoặc bể lắng ly tâm. Bùn loãng từ bể lắng đợt II được đưa vào ống phân phối bùn ở trung tâm bể. Dưới tác dụng của trọng lực, bùn sẽ lắng và kết chặt lại. Sau khi nén, bùn sẽ được tháo ra ở đáy bể. So với bể lắng ly tâm thì bể nén bùn ly tâm có công suất dàn gạt bùn lớn hơn, độ dốc ở đáy bể lớn hơn. Chiều cao công tác của bể thường từ

3,3m đến 3,7m, đường kính bể có thể lên đến $21 + 24 \text{ m}$; độ dốc đáy bể từ thường được thiết kế trong khoảng từ $1 : 6$ đến $1 : 4$. Trong quá trình vận hành, cần phải duy trì thường xuyên một lớp bùn ở đáy bể nén bùn để giúp bùn kết chặt nhanh hơn. Chiều cao lớp bùn giữ lại trong bể có thể lấy từ 0,6m đến 2,4m (giá trị nhỏ lấy cho những tháng nóng). Tỷ số thể tích bùn thường từ 0,5 đến 2 ngày, giá trị nhỏ sử dụng trong mùa nóng (Tỷ số thể tích bùn hay còn gọi là thời gian lưu bùn chính bằng thể tích lớp bùn giữ lại trong bể chia cho thể tích bùn sau nén lấy ra mỗi ngày).

Tính toán bể nén bùn ly tâm bao gồm các nội dung sau:

Hàm lượng bùn hoạt tính dư có thể xác định theo công thức:

$$B_d = (\alpha \times C_{II}) - C_{tr} = (1,3 \times 98,79) - 12 = 116,43 \text{ mg/L}$$

Trong đó: B_d = Hàm lượng bùn hoạt tính dư, mg/L ;
 α = Hệ số tính toán lấy bằng 1,3 (khi aerôten xử lý ở mức độ hoàn toàn) và bằng 1,1 (khi aerôten xử lý không hoàn toàn);
 C_{II} = Hàm lượng chất lơ lửng trôi theo nước ra khỏi bể lắng đợt I, $C_{II} = 98,79 \text{ mg/L}$;
 C_{tr} = Hàm lượng bùn hoạt tính trôi theo nước ra khỏi bể lắng đợt II, $C_{tr} = 12 \text{ mg/L}$;

Lượng tăng bùn hoạt tính dư lớn nhất ($B_{d,max}$) có thể tính theo công thức:

$$B_{d,max} = K \times B_d = 1,15 \times 116,43 = 133,9 \text{ mg/L hoặc } 133,9 \text{ g/m}^3$$

Ở đây: K = Hệ số bùn tăng trưởng không điều hòa tháng, $K = 1,15 \div 1,20$.

Lượng bùn hoạt tính dư lớn nhất giờ được tính theo công thức:

$$q_{max} = \frac{(1 - P) \times B_{d,max} \times Q}{24 \times C_d} = \frac{(1 - 0,6768) \times 133,9 \times 103980}{24 \times 4000} = 46,87 \text{ m}^3/\text{h}$$

Trong đó: q_{max} = Lượng bùn hoạt tính dư lớn nhất, m^3/h ;
 P = Phần trăm lượng bùn hoạt tính tuần hoàn về aerôten, $P = 67,68\%$ như đã tính ở phần trước;
 Q = Lưu lượng trung bình ngày đêm của hỗn hợp nước thải, $Q = 103980 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$;
 C_d = Nồng độ bùn hoạt tính dư phụ thuộc vào đặc tính của bùn, được lấy theo Bảng 3-12: $C_d = 4000 \text{ mg/L}$.

BẢNG 3-12.

Các số liệu cơ bản để tính toán bể nén bùn

| Tính chất của bùn hoạt tính dư, C_d | Độ ẩm bùn hoạt tính đã nén, % | | Thời gian nén bùn, h | | Tốc độ chảy của chất lỏng ở vùng lắng của bể nén bùn, kiểu lắng đứng (m/s) |
|--|-------------------------------|--------|----------------------|--------|--|
| | Kiểu bể nén bùn | | | | |
| | Lắng đứng | Li tâm | Lắng Đứng | Li tâm | |
| Bùn hoạt tính từ các bể aerôten khi xử lý sinh học hoàn toàn | | | | | |
| Hỗn hợp bùn - nước từ aerôten với nồng độ bùn: $C_d = 1500 \div 3000$ mg/L | | 97,3 | - | 5-8 | |
| Bùn hoạt tính từ các bể lắng II với $C_d = 4000$ mg/L | 98 | 97,3 | 10÷12 | 9÷11 | Không lớn hơn 0,1 |
| Bùn hoạt tính từ ngăn lắng trong aerôten kết hợp với lắng II với: $C_d = 4500 \div 6000$ mg/L | 98 | 97 | 10 | 9÷11 | Không lớn hơn 0,1 |
| Hỗn hợp bùn từ các aerôten khi xử lý sinh học không hoàn toàn với: $C_d = 1500 \div 2500$ mg/L | 95 | 95 | 3 | 3 | Không lớn hơn 0,2 |

Với độ ẩm của bùn hoạt tính từ bể lắng đợt II là 99,4% và với bể nén bùn ly tâm được chọn, độ ẩm của bùn hoạt tính sau khi nén đạt 97,3 % (Bảng 3-12).

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

$$F_1 = \frac{q_{max}}{q_0} = \frac{46,87}{0,3} = 156,2 \text{ m}^2$$

Trong đó: q_0 = Tải trọng tính toán lên diện tích mặt thoáng của bể nén bùn, $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ và được lựa chọn phụ thuộc vào nồng độ bùn hoạt tính dẫn vào bể nén bùn như sau:

$q_0 = 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ứng với nồng độ của bùn hoạt tính trong khoảng $1500 \div 3000$ mg/L;

$q_0 = 0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ứng với nồng độ của bùn hoạt tính trong khoảng $5000 \div 8000$ mg/L;

Trong trường hợp đang xét: Bùn hoạt tính được dẫn từ bể lắng đợt II ứng với $C_d = 4000$ mg/L, chọn $q_0 = 0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$.

Đường kính của bể nén bùn ly tâm được tính theo công thức:

$$D = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi \times n}} = \sqrt{\frac{4 \times 156,2}{\pi \times 2}} = 9,97 \text{ m} \approx 10 \text{ m}$$

Trong đó: F_1 = Diện tích của bể nén bùn, $F_1 = 156,2 \text{ m}^2$;
 n = Số bể nén bùn được chọn (không nhỏ hơn 2), $n = 2$.

Chiều cao công tác của vùng nén bùn:

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

Trong đó: t = Thời gian nén bùn, có thể lấy theo Bảng 3-12. Đối với bể nén bùn ly tâm, với $C_d = 4000$ mg/L, ta có $t = 9 \div 11$ h, chọn $t = 10$ h.

Chiều cao tổng cộng của bể nén bùn ly tâm:

$$H_{tc} = H + h_1 + h_2 + h_3 = 3 + 0,4 + 0,3 + 1,0 = 4,7 \text{ m}$$

Trong đó: H_{tc} = Chiều cao tổng cộng của bể nén bùn, m;
 h_1 = Khoảng cách từ mực nước đến thành bể, $h_1 = 0,4$ m;
 h_2 = Chiều cao lớp bùn và lớp đặt thiết bị gạt bùn ở đáy:
 Khi dùng hệ thống thanh gạt bùn (Hình 3-16), $h_2 = 0,3$ m;
 Khi dùng bơm hút bùn, $h_2 = 0,7$ m;
 h_3 = Chiều cao tính từ đáy bể đến mức bùn, $h_3 = 1,0$ m.

Tốc độ quay của hệ thống thanh gạt là $0,75 \div 4 \text{ h}^{-1}$ (khi dùng bơm bùn: 1 h^{-1})

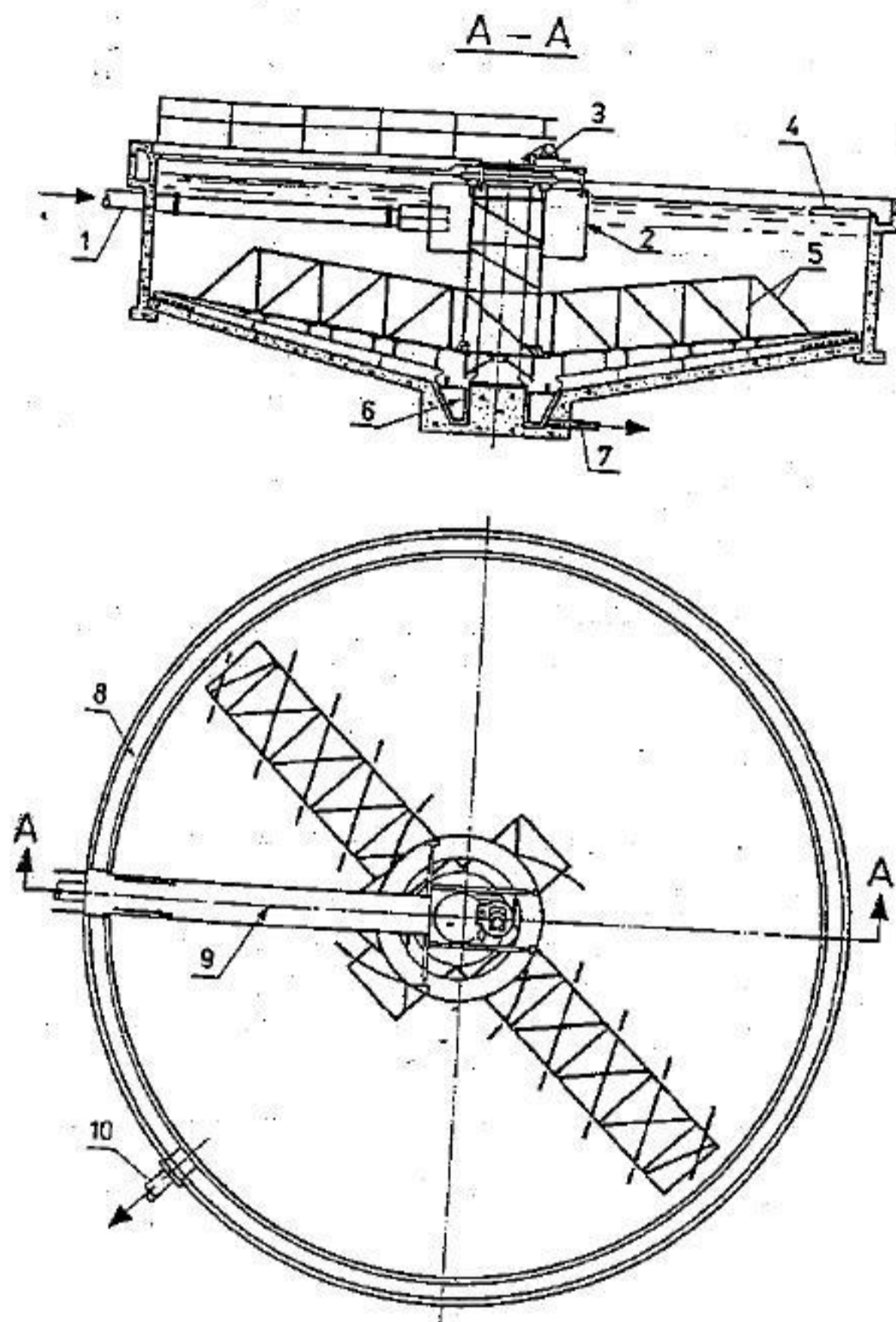
Độ nghiêng ở đáy bể nén bùn tính từ thành bể đến hố thu bùn như sau:

- Khi dùng hệ thống thanh gạt : $i = 0,01$;
- Khi dùng bơm bùn : $i = 0,003$.

Bùn đã nén được xả định kỳ dưới áp lực thủy tĩnh $0,5 \div 1,0$ m.

Bể nén bùn được thiết kế và đặt ở vị trí tương đối cao để cho nước sau khi tách bùn có thể dẫn tự chảy trở lại aerôten để tiếp tục xử lý một lần nữa.

Hình 3-16 giới thiệu sơ đồ cấu tạo bể nén bùn ly tâm.



HÌNH 3-16.

Sơ đồ cấu tạo bể nén bùn ly tâm.

1- Ống dẫn hỗn hợp bùn-nước vào; 2- Vách ngăn hướng dòng chảy; 3- Bộ phận truyền động; 4- Máng răng của thu nước; 5- Hệ thống thanh gạt bùn; 6- Hồ thu bùn; 7- Ống xả bùn; 8- Máng vòng thu nước; 9- Hành lang công tác; 10- Ống dẫn nước tách bùn sau khi nén hỗn hợp bùn - nước trở lại aerôten.

Tính toán bể mêtan

Bể mêtan được thiết kế để xử lý sinh học kỵ khí các loại cặn sau đây của trạm xử lý nước thải:

- Cặn tươi từ bể lắng đợt I;
- Bùn hoạt tính dư sau khi đã nén;
- Rác đã nghiền nhỏ.

Nội dung tính toán bể mêtan gồm:

- Xác định lượng cặn dẫn đến bể mêtan;
- Tính toán bể mêtan;
- Xác định lượng khí đốt.

a) Xác định lượng cặn dẫn đến bể mêtan

- Lượng cặn tươi từ bể lắng đợt I:

Lượng cặn tươi từ bể lắng đợt I được tính theo công thức:

$$W_c = \frac{C_w^* \times Q \times E \times K}{(100 - P) \times 1000 \times 1000} = \frac{282,26 \times 103980 \times 65 \times 1,1}{(100 - 95) \times 1000 \times 1000} = 419,70 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$$

Trong đó: C_w^* = Hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải dẫn đến bể lắng đợt I, $C_w^* = 282,26 \text{ mg/L}$;

Q = Lưu lượng ngày đêm của hỗn hợp nước thải, $Q = 103980 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$;

E = Hiệu suất lắng có làm thoáng sơ bộ, $E = 65\%$;

K = Hệ số tính đến khả năng tăng lượng cặn do có cỡ hạt lơ lửng lớn, $K = 1,1 \div 1,2$, chọn $K = 1,1$;

P = Độ ẩm của cặn tươi, $P = 93\%$.

- Lượng bùn hoạt tính dư:

Lượng bùn hoạt tính dư (50% dẫn đến bể làm thoáng và 50% dẫn đến bể nén bùn) sau khi nén ở bể nén bùn ly tâm được tính theo công thức:

$$W_b = \frac{[C_w^*(100 - E)\alpha - 100C_w] \times Q \times 50}{(100 - P) \times 1000 \times 1000 \times 100} = \frac{[282,26(100 - 65) \times 1,2 - 100 \times 12] \times 103980 \times 50}{(100 - 97,3) \times 1000 \times 1000 \times 100}$$

$$W_b = 205,16 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$$

Trong đó: α = Hệ số tính đến khả năng tăng trưởng không điều hòa của bùn hoạt tính trong quá trình xử lý sinh học: $\alpha = 1,1 \div 1,2$ (lấy $\alpha = 1,2$);
 P = Độ ẩm của bùn hoạt tính sau khi nén, $P = 97,3\%$;
 C_r = Hàm lượng bùn hoạt tính trôi theo nước ra khỏi bể lắng đợt II, $C_r = 12 \text{ mg/L}$;
 C_{II} = Hàm lượng chất lơ lửng vào aerôten, $C_{II} = 98,79 \text{ mg/L}$.

• Lượng rác ở song chắn rác:

Rác được giữ lại ở song chắn rác được nghiền nhỏ qua máy nghiền rác với độ ẩm ban đầu của rác $P_1 = 80\%$ đến độ ẩm sau khi nghiền $P_2 = 94 - 95\%$. Lượng rác sau khi nghiền nhỏ được xác định theo công thức:

$$W_r = W_1 \frac{100 - P_1}{100 - P_2} = 9,615 \times \frac{100 - 80}{100 - 94} = 32,05 \text{ T/ngđ} \approx 32,05 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Trong đó: W_1 = Lượng rác trong ngày đêm, $W_1 = 9,615 \text{ T/ng.đ}$ (như đã xác định ở phần tính toán song chắn rác);

P_1 = Độ ẩm ban đầu của rác, $P_1 = 80\%$;

P_2 = Độ ẩm của rác sau khi nghiền nhỏ, $P_2 = 94 - 95\%$.

Lượng cặn tổng cộng dẫn đến bể mêtan sẽ là:

$$W = W_c + W_b + W_r = 419,70 + 205,1 + 32,05 = 656,91 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$$

Độ ẩm trung bình của hỗn hợp cặn có thể tính theo công thức:

$$P_{hh} = 100 \times \left[1 - \frac{C_k + B_k + R_k}{W} \right] = 100 \times \left[1 - \frac{20,985 + 5,64 + 1,923}{656,91} \right] = 95,67\%$$

Trong đó: C_k = Lượng chất khô trong cặn tươi với độ ẩm $P = 95\%$:

$$C_k = \frac{W_c(100 - P)}{100} = \frac{419,7 \times (100 - 95)}{100} = 20,985 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

B_k = Lượng chất khô trong bùn hoạt tính dư với độ ẩm $P = 97,3\%$:

$$B_k = \frac{W_b(100 - P)}{100} = \frac{205,16 \times (100 - 97,3)}{100} = 5,54 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

R_k = Lượng chất khô trong rác sau khi đã nghiền với độ ẩm $P = 94\%$:

$$R_k = \frac{W_r(100 - P)}{100} = \frac{32,05 \times (100 - 94)}{100} = 1,923 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

b) Tính toán bể mêtan

Khi độ ẩm của hỗn hợp cặn $P_{hh} > 94\%$ chọn chế độ lên men ấm với $t = 30 \div 35^\circ\text{C}$. Chọn $t = 33^\circ\text{C}$.

Dung tích bể mêtan được tính theo công thức sau đây:

$$W_m = \frac{W \times 100}{d} = \frac{656,91 \times 100}{9,6} = 6842,81 \text{ m}^3 \approx 6843 \text{ m}^3$$

Trong đó: W = Lượng cặn tổng cộng dẫn đến bể mêtan, $W = 656,91 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;

d = Liều lượng cặn ngày đêm dẫn vào bể mêtan (%), phụ thuộc vào chế độ lên men và độ ẩm của cặn, lấy theo Bảng 1-14 (tuân theo Điều 6.18.3 - Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84). Lấy $d = 9,6\%$.

Kích thước cơ bản của bể mêtan phụ thuộc vào dung tích bể, có thể tham khảo theo kích thước thiết kế mẫu ghi ở Hình 3-17 và Bảng 3-15.

BẢNG 3-14.

Liều lượng cặn ngày đêm dẫn vào bể mêtan, %

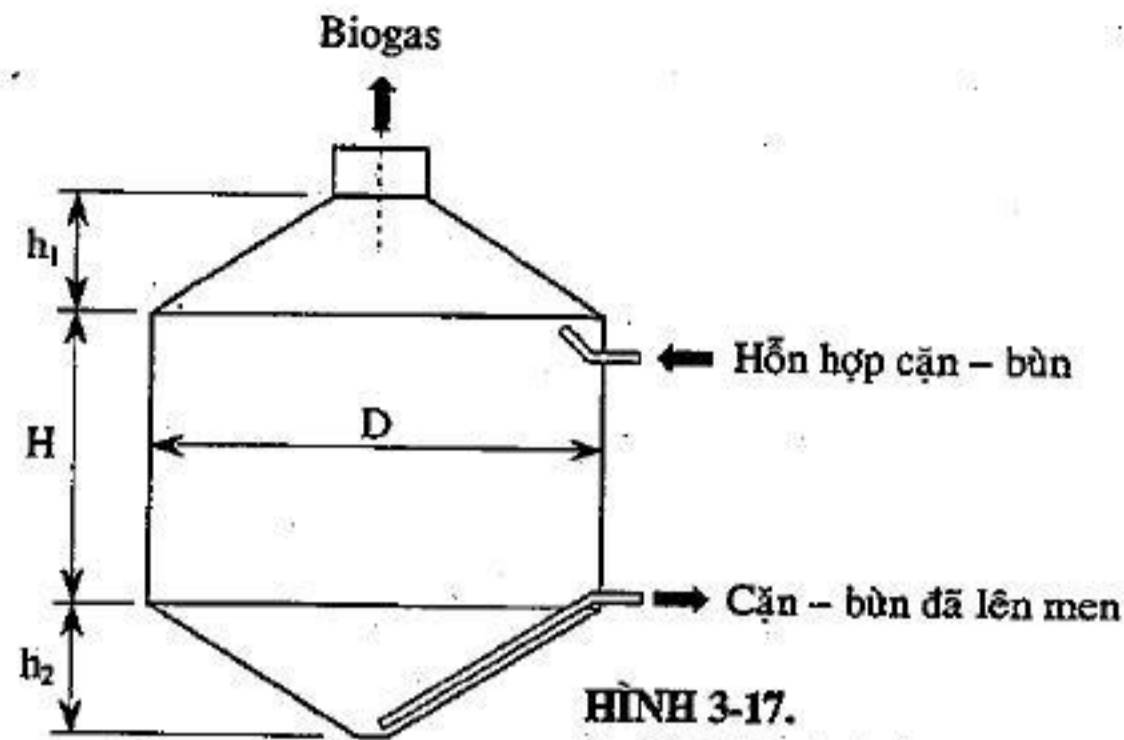
| Chế độ lên men | Với độ ẩm của hỗn hợp cặn, % | | | | |
|-------------------------|------------------------------|----|----|----|----|
| | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 |
| Ấm 33°C | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Nóng 53°C | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |

BẢNG 3-15.

Kích thước thiết kế mẫu của bể mêtan

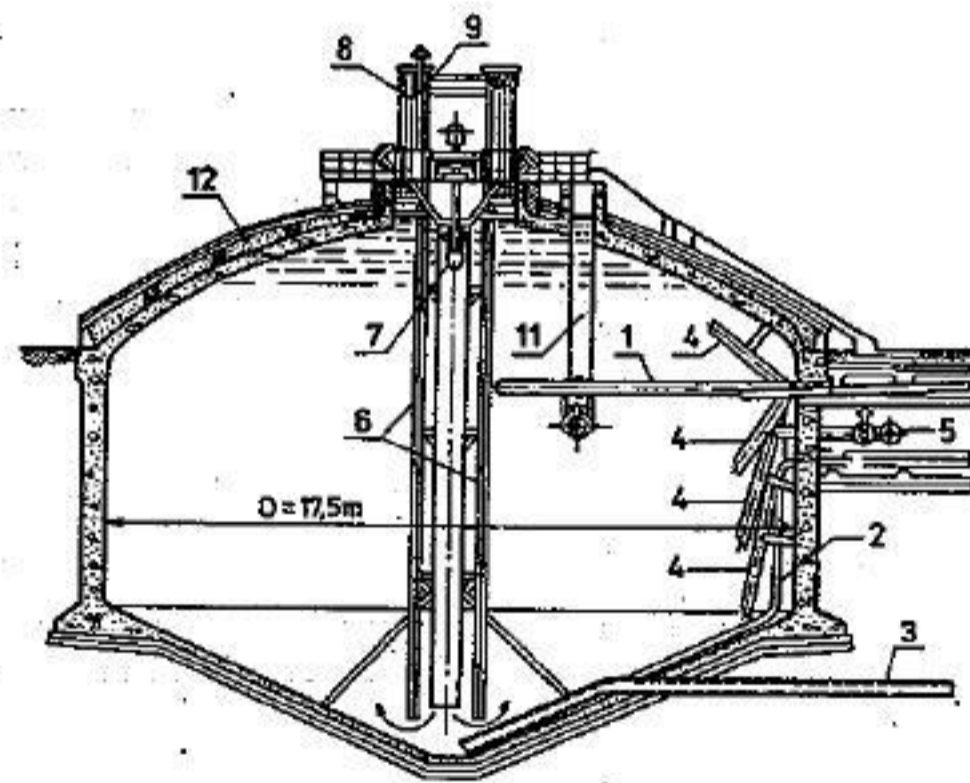
| Đường kính D (m) | Dung tích bể (m^3) | Chiều cao thiết kế (m) | | |
|---------------------|----------------------------------|------------------------|-------|-------|
| | | h_1 | H | h_2 |
| 10 | 500 | 1,45 | 5,00 | 1,70 |
| 12,5 | 1000 | 1,90 | 6,50 | 2,15 |
| 15 | 1600 | 2,35 | 7,50 | 2,60 |
| 17,5 | 2500 | 2,50 | 8,50 | 3,03 |
| 20 | 4000 | 2,90 | 10,60 | 3,50 |

Chọn 3 bể mêtan công tác với dung tích mỗi bể: $W_1 = 6843 : 3 = 2281 \text{ m}^3$ và chọn thêm một bể dự phòng.



HÌNH 3-17.
Sơ đồ tính toán bể mêtan.

Kích thước của bể mêtan (lấy theo kích thước thiết kế mẫu - Loại dung tích 2500m^3) như sau: $D = 17,5\text{m}$; $h_1 = 2,5\text{m}$; $h_2 = 3,03\text{m}$; và $H = 8,5$. Mặt cắt của bể mêtan được giới thiệu ở Hình 3-18.



HÌNH 3-18.
Mặt cắt bể mêtan (loại trần ngăn cố định).

1- Ống dẫn hỗn hợp cặn (cặn tươi, bùn hoạt tính dư, rác đã nghiền); 2- Ống xả cặn lên men; 3- Ống tháo cặn bể; 4- Ống xả nước bùn ở các độ sâu khác nhau; 5- Thiết bị hâm nóng cặn; 6- Ống dẫn hơi nóng; 7- Máy trộn kiểu chân vịt; 8- Ống dẫn khí đốt; 9- Xả khí đốt vào khí quyển; 10- Nút kiểm tra; 11- Ống tràn; 12- Lớp phủ ngoài: xi, gạch, lớp phủ mềm, lớp cách nhiệt ngoài cùng.

c) Tính toán lượng khí đốt

Trong quá trình xử lý sinh học kỵ khí ở bể mêtan có sản sinh một lượng khí đốt chủ yếu là khí CH_4 và một ít CO_2 . Lượng khí đốt này được xác định theo công thức:

$$y = \frac{a - nd}{100} = \frac{51,3 - (0,63 \times 9,6)}{100} = 0,453 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Trong đó: y = Lượng khí đốt thu được, m^3/kg chất không tro;
 a = Khả năng lên men lớn nhất của chất không tro trong hỗn hợp cặn dẫn vào bể mêtan, %. Giá trị a phụ thuộc vào thành phần hóa học của cặn: chất béo, hydrat carbon, protein..., và được tính theo công thức:

$$a = (0,92 B + 0,62 H + 0,34 P) \times 100$$

Ở đây: B = Hàm lượng chất béo;
 H = Hàm lượng hydrat carbon;
 P = Hàm lượng protein.

53 = Giá trị thực nghiệm a ứng với cặn tươi và rác nghiền;

44 = Giá trị thực nghiệm a ứng với bùn hoạt tính dư;

n = Hệ số phụ thuộc vào độ ẩm của cặn và chế độ lên men lấy theo Bảng 3-16 (Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD-51-84). Trong trường hợp đang xét, với độ ẩm của hỗn hợp cặn - bùn là $P_{\text{nh}} = 95,6\%$ (như đã tính toán ở phần trước) và chọn chế độ lên men ấm, do đó $n = 0,63$.

d = Liều lượng cặn ngày đem dẫn vào bể mê tan, $d = 9,6\%$ (Bảng 3-14)

Trong tính toán ở trên, do không có điều kiện xét nghiệm hàm lượng các chất trong thành phần của hỗn hợp cặn - bùn, vì vậy trị số a của hỗn hợp cặn - bùn dẫn vào bể mêtan được tính theo công thức:

$$a = \frac{53(C_o + R_o) + 44B_o}{C_o + R_o + B_o} = \frac{53(14,96 + 1,403) + 44 \times 3,802}{14,96 + 1,403 + 3,802} = 51,3\%$$

Trong đó: C_o, R_o, B_o = Tương ứng là lượng chất không tro của cặn tươi, rác và bùn hoạt tính dư, được xác định như sau:

• Lượng chất không tro trong cặn tươi, C_o :

$$C_o = C_k \frac{100 - A_c}{100} \times \frac{100 - T_c}{100} = 20,99 \times \frac{100 - 5}{100} \times \frac{100 - 25}{100} = 14,96 \text{ T/ngđ}$$

Trong đó: C_k = Lượng chất khô trong cặn tươi, $C_k = 20,99$ T/ngđ;

A_c = Độ ẩm hao nước của cặn tươi, $A_c = 5\%$;

T_c = Tỷ lệ độ tro trong cặn tươi, $T_c = 25\%$.

- Lượng chất không tro trong rác đã nghiền:

$$R_0 = R_k \frac{100 - A_r}{100} \times \frac{100 - T_r}{100} = 1,923 \times \frac{100 - 4}{100} \times \frac{100 - 24}{100} = 1,403 \text{ T/ngđ}$$

Trong đó: R_k = Lượng chất khô trong rác đã nghiền, $R_k = 1,923$ T/ngđ;

A_r = Độ ẩm hao nước của rác nghiền, $A_r = 4\%$;

T_r = Tỷ lệ độ tro trong rác nghiền, $T_r = 24\%$.

- Lượng chất không tro trong bùn hoạt tính dư:

$$B_0 = B_k \frac{100 - A_b}{100} \times \frac{100 - T_b}{100} = 1,54 \times \frac{100 - 6}{100} \times \frac{100 - 27}{100} = 3,802 \text{ T/ngđ}$$

Trong đó: B_k = Lượng chất khô trong bùn hoạt tính dư, $B_k = 5,54$ T/ngđ;

A_b = Độ ẩm hao nước của bùn hoạt tính dư, $A_b = 6\%$;

T_b = Tỷ lệ độ tro trong bùn hoạt tính dư, $T_b = 27\%$.

Lượng khí đốt tổng cộng được xác định theo công thức:

$$K = y (C_0 + R_0 + B_0) \times 1000 = 0,453 (14,96 + 1,403 + 3,902) \times 1000$$

$$K = 9134,75 \text{ m}^3/\text{ngđ.}$$

Khí đốt (khí mêtan) được tạo ra có độ ẩm lớn, có khả năng ăn mòn thiết bị, vì vậy mạng lưới dẫn khí đốt, bể chứa khí đốt được thiết kế, lựa chọn loại đường ống và vật liệu chịu được khả năng ăn mòn của chúng.

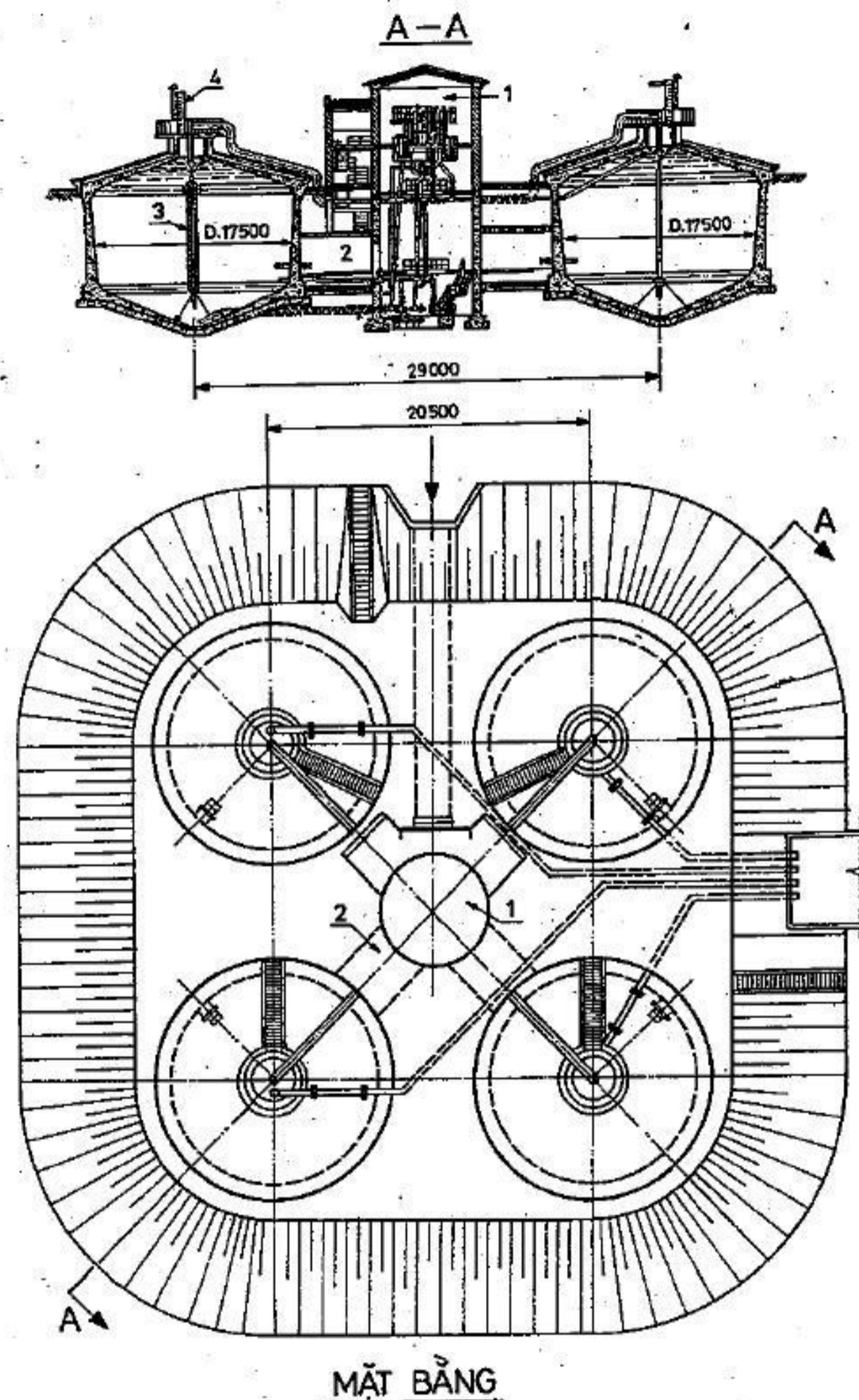
Trong trạm xử lý, khí đốt được sử dụng làm nhiên liệu cho nồi hơi để phục vụ cho việc hâm nóng cặn, chạy một số động cơ và phục vụ nhu cầu sinh hoạt.

Sơ đồ bố trí cụm 4 bể mêtan được giới thiệu ở Hình 3-19.

BẢNG 3-16.

Giá trị n phụ thuộc vào độ ẩm và chế độ lên men cặn

| Chế độ lên men (°C) | Độ ẩm tương ứng của cặn (%) | | | | |
|---------------------|-----------------------------|-------|------|------|------|
| | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 |
| Ấm (30°C) | 1,05 | 0,98 | 0,72 | 0,56 | 0,40 |
| Nóng (53°C) | 0,435 | 0,385 | 0,31 | 0,24 | 0,17 |



HÌNH 3-19.

Sơ đồ bố trí cụm 4 bể mê tan.

Tính toán công trình làm ráo nước trong cặn

Cặn sau khi lên men ở bể mêtan (kể cả cặn từ bể tiếp xúc) có độ ẩm cao cần làm ráo nước trong cặn để đạt đến độ ẩm cần thiết thuận lợi cho vận chuyển và xử lý tiếp theo. Làm ráo nước có thể được thực hiện ở sân phơi bùn, thiết bị làm ráo nước bằng cơ học, (Thiết bị lọc ép, máy ép bằng tải, máy lọc trống, máy li tâm bùn, v.v...) hoặc bằng phương pháp nhiệt. Lựa chọn phương pháp nào để làm ráo nước trong cặn phụ thuộc vào nhiều yếu tố: mặt bằng, điều kiện đất đai, địa chất thủy văn, kinh tế xã hội....

Trong phương án đang xét, chọn sân phơi bùn để thực hiện quá trình làm ráo nước trong cặn. Nhiệm vụ của sân phơi bùn là làm giảm độ ẩm của bùn xuống còn 75 - 80%.

a) Tính toán sân phơi bùn:

Lượng cặn tổng cộng dẫn đến sân phơi bùn bao gồm cặn từ bể mêtan và cặn từ bể tiếp xúc (khử trùng sau khi lắng ở bể lắng đợt II):

$$W_{tc} = W + W_{lx} = 656,91 + 23,40 = 680,31 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Trong đó: W = Lượng cặn từ bể mêtan, $W = 656,91 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;

W_{lx} = Lượng bùn ở bể tiếp xúc, được xác định như sau:

$$W_{lx} = \frac{a \times N_{II}}{1000} = \frac{0,04 \times 585120}{1000} = 23,40 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Ở đây: a = Tiêu chuẩn bùn lắng ở bể tiếp xúc (khi dùng Clo để khử trùng) tính cho một người trong ngày đêm có thể lấy như sau:

- Khi xử lý cơ học : $a = 0,08 - 0,16 \text{ L/ng.ngđ}$;
- Xử lý sinh học ở aerôten : $a = 0,03 - 0,06 \text{ L/ng.ngđ}$;
- Xử lý sinh học ở biophin : $a = 0,05 - 0,10 \text{ L/ng.ngđ}$;

Chọn $a = 0,04 \text{ L/ng.ngđ}$.

N_{II} = Dân số tính toán theo chất lơ lửng, $N_{II} = 585120$ người.

Diện tích hữu ích của sân phơi bùn được tính theo công thức:

$$F_1 = \frac{W_{tc} \times 365}{q_0 \times n} = \frac{680,31 \times 365}{2 \times 3,3} = 37623,2 \text{ m}^2$$

Trong đó: q_0 = Tải trọng cặn lên sân phơi bùn có thể lấy theo Bảng 3-17. Trong

trường hợp đang xét với cặn tươi, rác và bùn hoạt tính dư đã lên men và với nền nhân tạo có hệ thống rút nước, $q_0 = 2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{năm}$.

n = Hệ số phụ thuộc vào điều kiện khí hậu, tạm thời có thể lấy:

- Đối với các tỉnh phía Bắc: $n = 2,2 \div 2,8$;
- Đối với các tỉnh miền Trung: $n = 2,8 \div 3,4$;
- Đối với các tỉnh phía Nam: $n = 3,0 \div 4,2$ (và cần lưu ý đến 6 tháng mùa mưa, khi đó cần có biện pháp rút nước nhanh).

Chọn $n = 3,3$.

Sân phơi bùn được chia làm nhiều ô. Chọn kích thước mỗi ô: $48\text{m} \times 66\text{m} = 3168 \text{ m}^2$. Số ô sẽ là :

$$n = \frac{37623,2}{3168} = 11,876$$

Chọn $n = 12$ ô.

Diện tích phụ của sân phơi bùn: đường sá, mương, máng được tính toán theo công thức sau :

$$F_2 = k \times F_1 = 0,25 \times 37623,2 = 9405,8 \text{ m}^2$$

Trong đó: k = Hệ số tính đến diện tích phụ, $k = 0,2 \div 0,4$. Chọn $k = 0,25$.

Diện tích tổng cộng của sân phơi bùn:

$$F = F_1 + F_2 = 37623,2 + 9405,8 = 47029 \text{ m}^2$$

Lượng bùn phơi từ độ ẩm 96% đến độ ẩm 75% trong một năm sẽ là:

$$W_p = W_{tc} \times 365 \frac{(100 - P_1)}{(100 - P_2)} = 680,31 \times 365 \frac{100 - 96}{100 - 75} = 39730 \text{ m}^3$$

Trong đó: P_1 = Độ ẩm trung bình của cặn khi lên men ở bể mêtan, $P_1 = 96 \div 97\%$,
Chọn $P_1 = 96\%$;

P_2 = Độ ẩm sau khi phơi, $P_2 = 75 \div 80\%$, Chọn $P_2 = 75\%$.

Chu kỳ xả bùn vào sân phơi bùn dao động từ $20 \div 30$ ngày. Chu kỳ này phụ thuộc vào nhiều yếu tố:

- Tính chất của bùn dẫn vào sân phơi bùn;
- Khả năng thấm của đất;
- Mùa nắng hay mùa mưa trong năm.

BẢNG 3-17.

Tải trọng cận trên 1m² sân phơi bùn

| Loại cận dẫn đến sân phơi bùn | Tải trọng cận, m ³ /m ² .năm | |
|--|--|------------------------------|
| | Nền tự nhiên không có ống rút nước | Nền nhân tạo có ống rút nước |
| Cận tươi và bùn hoạt tính chưa lên men | 1,0 | 1,5 |
| Cận tươi và bùn hoạt tính lên men | 1,5 | 2,0 |
| Cận lên men ở lắng | 1,5 | 3,5 |

Bùn đã khô (đến độ ẩm 75 ÷ 80%) được thu gom và vận chuyển đi nơi khác. Việc thu gom bùn được thực hiện bằng máy xúc có gầu và đổ vào xe tự đổ rồi chở đi.

Với máy xúc có công suất 45m³/h thì thời gian làm việc của máy xúc mỗi năm sẽ là:

$$T = \frac{39730}{45} = 882,89 \text{ h} \approx 883 \text{ h}$$

Nước bùn ở sân phơi bùn theo hệ thống rút nước và được dẫn trở lại trạm xử lý nước thải.

Ở Hình 3-20 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của sân phơi bùn.

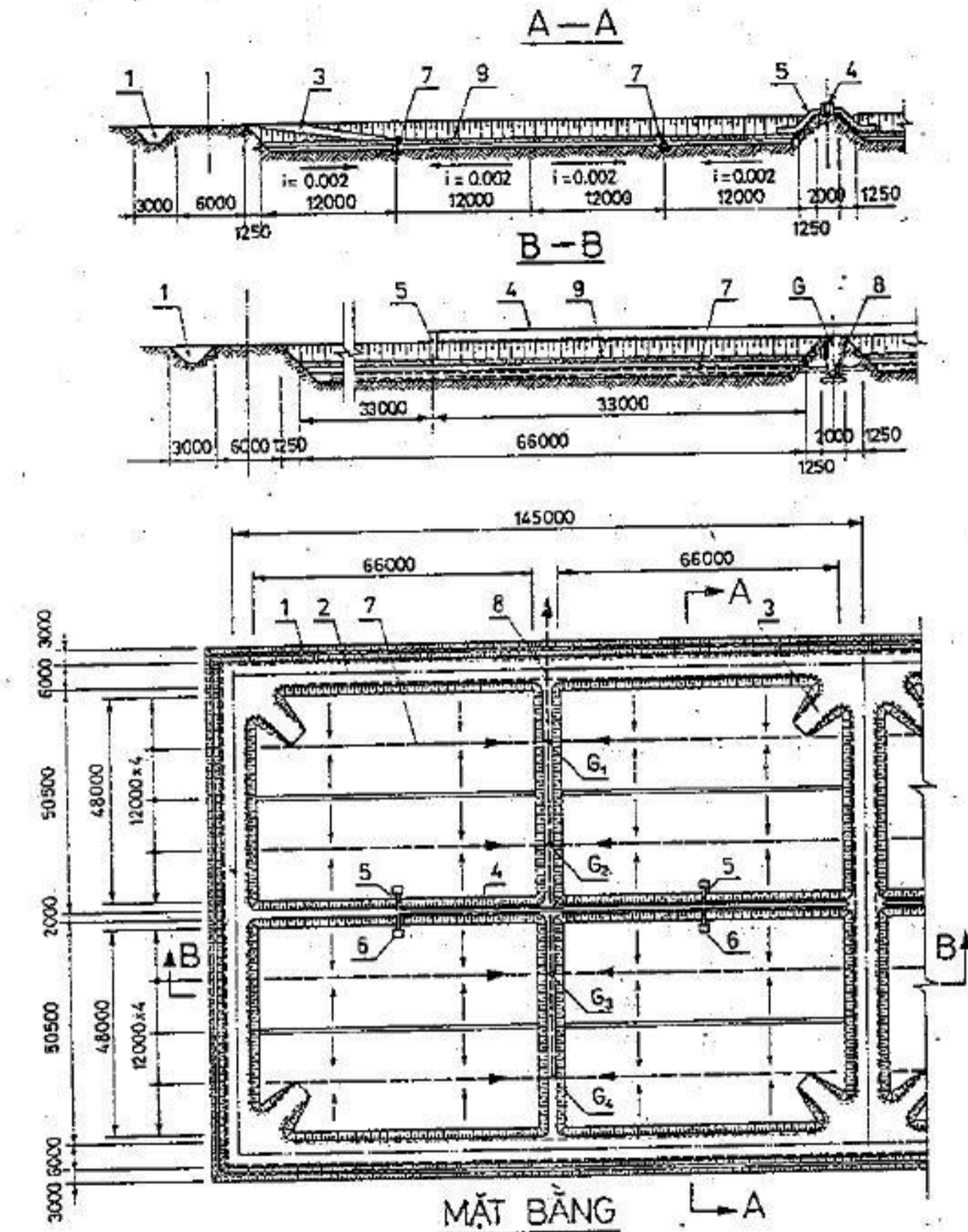
Tính toán khử trùng nước thải – Tính toán bể tiếp xúc

Nội dung tính toán gồm:

- Khử trùng nước thải bằng Clo;
- Tính toán mương xáo trộn;
- Tính toán bể tiếp xúc.

a) Khử trùng nước thải bằng Clo

Sau các giai đoạn xử lý: cơ học, sinh học..., song song với việc làm giảm nồng độ các chất ô nhiễm đạt tiêu chuẩn qui định thì số lượng vi trùng cũng giảm đáng kể đến 90 ÷ 95%. Tuy nhiên, lượng vi trùng vẫn còn cao và theo nguyên tắc bảo vệ vệ sinh nguồn nước là cần thực hiện giai đoạn khử trùng nước thải.



HÌNH 3-20.

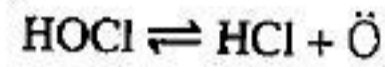
Sơ đồ cấu tạo sân phơi bùn.

1- Hào ngăn; 2 - Đường ô tô; 3 - Đường dốc xuống các ô; 4- Mương dẫn bùn; 5 - Máng xả bùn xuống các ô; 6- Tấm chắn bằng gỗ ở máng xả bùn; 7- Ống rút nước tập trung; 8- Ống dẫn nước đưa về trạm xử lý; 9- Lớp thấm nước; G₁, G₂, G₃, G₄ - Các hố ga thu nước tập trung.

Để thực hiện khử trùng nước thải, có thể sử dụng các biện pháp như clo hóa, ozôn hóa, khử trùng bằng tia hồng ngoại UV. Ở đây chỉ đề cập đến phương pháp khử trùng bằng clo vì phương pháp này tương đối đơn giản, rẻ tiền và hiệu quả chấp nhận được. Phản ứng thủy phân giữa clo và nước thải xảy ra như sau:



Axit hypochloric (HOCl) là một axit rất yếu, không bền và dễ dàng phân hủy thành HCl và oxy nguyên tử:



hoặc có thể phân ly thành H^+ và OCl^- :



Cả HOCl, OCl^- và O là các chất oxy hóa mạnh có khả năng tiêu diệt vi trùng.

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

$$Y_a = \frac{a \times Q}{1000}$$

Trong đó: Y_a = Lượng Clo hoạt tính cần để khử trùng nước thải, kg/h;

Q = Lưu lượng tính toán của nước thải:

$$Q_{\text{max,h}} = 7131,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{tb,h}} = 4332,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{min,h}} = 1828,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

a = Liều lượng hoạt tính lấy theo điều 6.20.3 - TCXD-51-84:

Nước thải sau xử lý cơ học : $a = 10 \text{ g/m}^3$;

Nước thải sau xử lý sinh học hoàn toàn : $a = 3 \text{ g/m}^3$;

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

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

Ứng với từng lưu lượng tính toán, xác định được lượng clo hoạt tính tương ứng cần thiết để khử trùng:

$$Y_{a,\text{max,h}} = \frac{a \times Q_{\text{max,h}}}{1000} = \frac{3 \times 7131,4}{1000} = 21,39 \text{ kg/h}$$

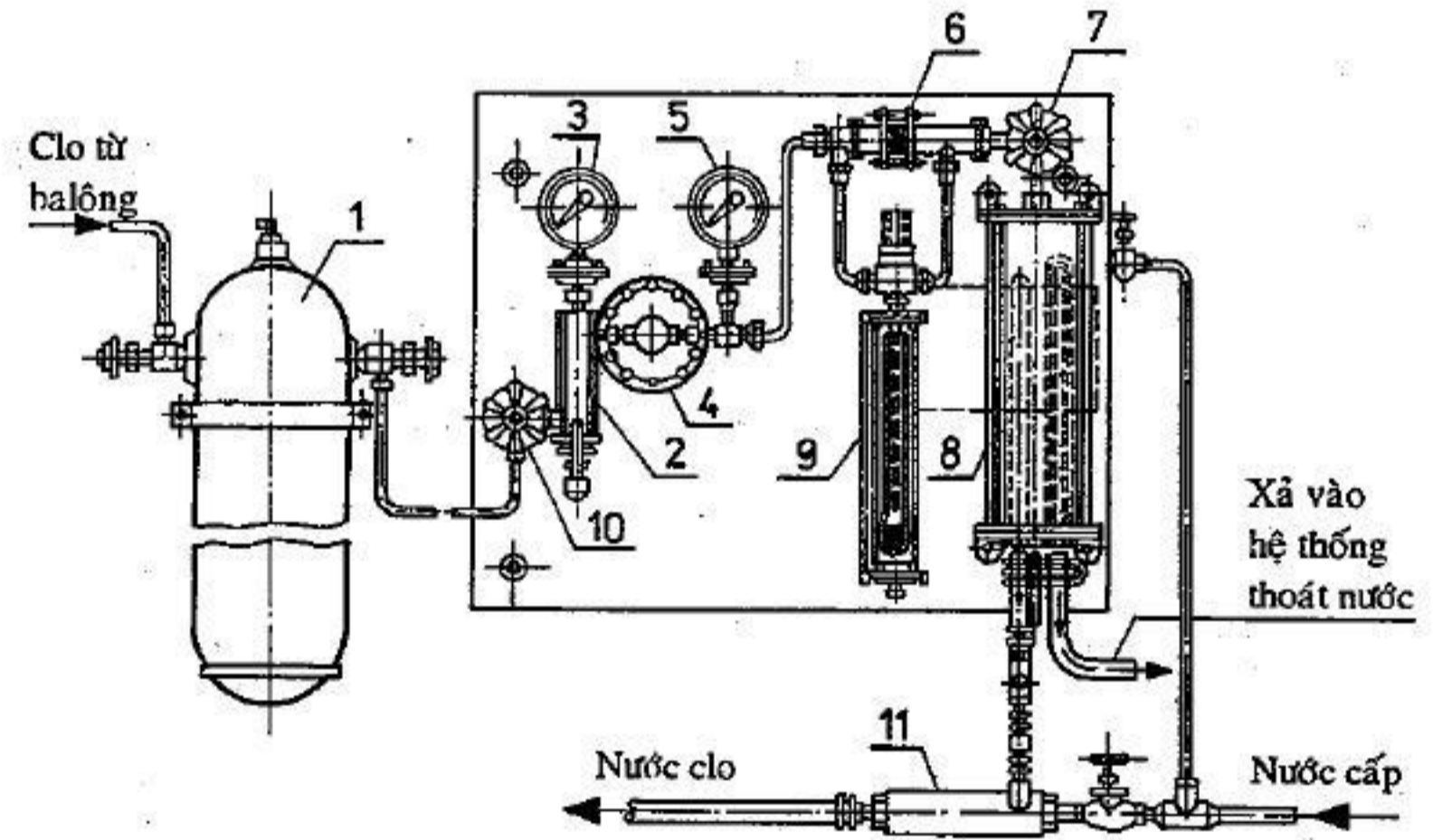
$$Y_{a,\text{tb,h}} = \frac{a \times Q_{\text{tb,h}}}{1000} = \frac{3 \times 4332,4}{1000} = 13,0 \text{ kg/h}$$

$$Y_{a,\text{min,h}} = \frac{a \times Q_{\text{min,h}}}{1000} = \frac{3 \times 1828,6}{1000} = 5,49 \text{ kg/h}$$

Để định lượng clo, xáo trộn clo hơi với nước công tác, điều chế clo nước thường sử dụng thiết bị khử trùng - gọi là Clorator chân không (Hình 3-21). Đặc tính kỹ thuật của một kiểu Clorator được giới thiệu ở Bảng 3-18.

Để đưa lượng Clo vào nước thải trong giới hạn như đã tính: $5,49 \div 21,39 \text{ kg/h}$, có thể chọn mua clorator của nước ngoài: 2 Clorator với công suất mỗi clorator : $20,50 \div 82,00 \text{ kg/h}$ (1 clorator công tác và 1 dự phòng).

Để phục vụ cho 2 clorator, cần trang bị 2 bình chứa (balông) trung gian bằng thép để tiếp nhận Clo nước. Từ đó Clo nước chuyển thành Clo hơi và được dẫn vào Clorator.



HÌNH 3-21.

Sơ đồ cấu tạo Clorator chân không.

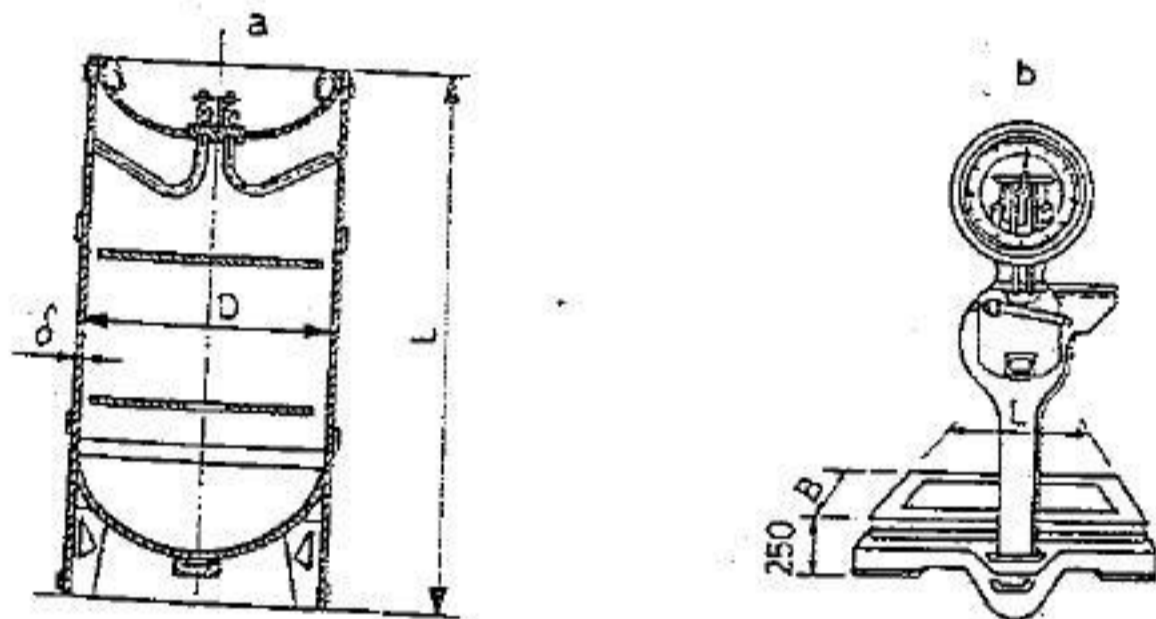
- 1- Bình chứa trung gian; 2 - Thiết bị lọc; 3 - Áp kế áp lực cao; 4 - Thiết bị giảm áp của Clo hơi dẫn từ 1 sang; 5 - Áp kế áp lực thấp; 6 - Định lượng Clo; 7 - Van điều chỉnh; 8 - Bình trộn; 9 - Thiết bị đo liều lượng Clo; 10 - Van đóng mở Clorator; 11 - Ejector.

BẢNG 3-18.

Đặc tính kỹ thuật của một kiểu Clorator chân không (Loni-100)

| Công suất theo Clo hơi (Kg/h) | Áp lực nước trước ejector (Kg/h) | Độ dâng sau ejector (m cột nước) | Lưu lượng nước (m ³ /h) | Trọng lượng Clorator (kg) |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 0,08 ÷ 0,72 | | | | |
| 0,21 ÷ 1,28 | 2,5 | - | 2 | 37,5 |
| 0,40 ÷ 2,05 | | | | |
| 1,28 ÷ 8,10 | | | | |
| 2,05 ÷ 12,80 | 3,0 - 3,5 | 5 | 7,2 | 37,5 |
| 3,28 ÷ 20,50 | | | | |
| 20,5 ÷ 82,00 | 3,0 ÷ 4,0 | 5 | - | - |

Để chứa Clo nước phục vụ cho trạm khử trùng, thường sử dụng các thùng chứa chuyên dụng (Hình 3-22a). Đặc tính kỹ thuật của thùng chứa Clo có thể tham khảo ở Bảng 3-19.



HÌNH 3-22.

Thùng chứa Clo và cân chuyên dùng. a) Thùng chứa Clo, b) Cân chuyên dùng.

BẢNG 3-19

Đặc tính kỹ thuật của thùng chứa Clo

| Dung tích thùng chứa Clo | | Kích thước (mm) | | | Trọng lượng |
|--------------------------|------|-----------------|------|----|-------------|
| Lit | Kg | D | L | δ | Kg |
| 312 | 500 | 640 | 1800 | 9 | 390 |
| 400 | 500 | 820 | 1070 | 10 | 438 |
| 500 | 625 | 746 | 1600 | 10 | 543 |
| 800 | 1000 | 816 | 1870 | 10 | 660 |
| 1000 | 1250 | 970 | 1925 | 12 | 970 |

Ở trạm khử trùng, sử dụng thùng chứa Clo có các đặc tính kỹ thuật như sau:

- Dung tích 800L và chứa 1000 kg Clo;
- Đường kính thùng : D = 816 mm;
- Chiều dài của thùng : L = 1870 mm;
- Chiều dày thùng chứa : δ = 10mm.

Lượng Clo lấy ra mỗi giờ từ 1 m² diện tích mặt bên của thùng chứa: 3 kg/h.

Diện tích mặt bên của thùng chứa theo kích thước đã chọn:

$$S = (\pi D) \times 0,8 L = 3,14 \times 816 \times 0,8 \times 1870 = 3833111,04 \text{ mm}^2 = 3,833 \text{ m}^2$$

Như vậy, lượng Clo có thể lấy ra mỗi giờ ở thùng chứa đã chọn sẽ là :

$$q = 3,833 \times 3 = 11,5 \text{ kg/h.}$$

Số lượng thùng chứa clo cần thiết :

$$n = \frac{Y_{a-th}}{q} = \frac{13,0}{1,5} = 1,13 \approx 1 \text{ thùng}$$

Chọn thêm một thùng chứa dự phòng.

Việc kiểm tra lượng Clo ở các thùng chứa trong quá trình khử trùng có ý nghĩa quan trọng và được thực hiện bằng loại cân chuyên dùng. Khi đó, các thùng chứa Clo được đặt trên cân và sự thay đổi lượng Clo trong thùng chứa Clo được phản ánh qua mặt cân chữ số (Hình 3-22b).

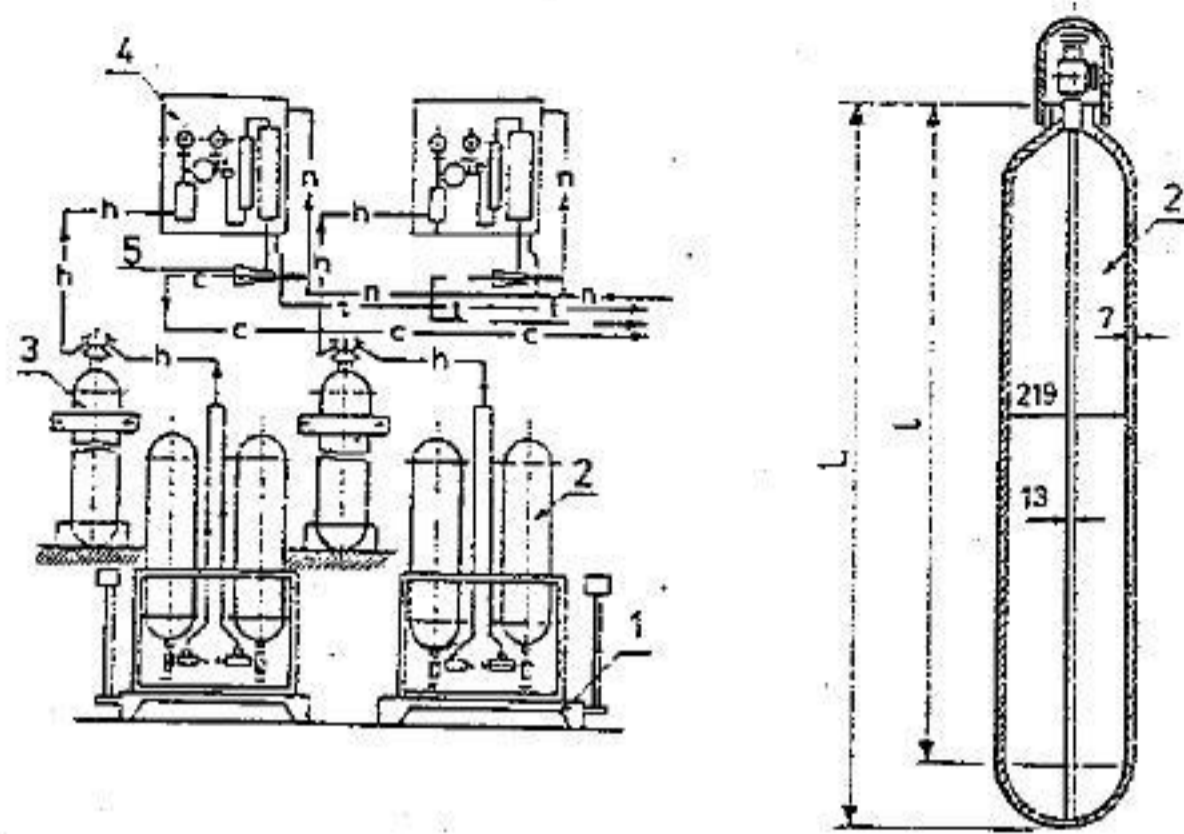
Sơ đồ bố trí Clorator với thùng chứa Clo được thể hiện ở Hình 3-23.

Số thùng chứa Clo cần dự trữ cho nhu cầu sử dụng trong thời gian một tháng được tính theo công thức:

$$N = \frac{Y_{a-th} \times 24 \times 30}{q} = \frac{13,0 \times 24 \times 30}{1.000} = 9,36 \approx 10 \text{ thùng}$$

Trong đó: q = Trọng lượng clo trong thùng chứa, q = 1000 kg.

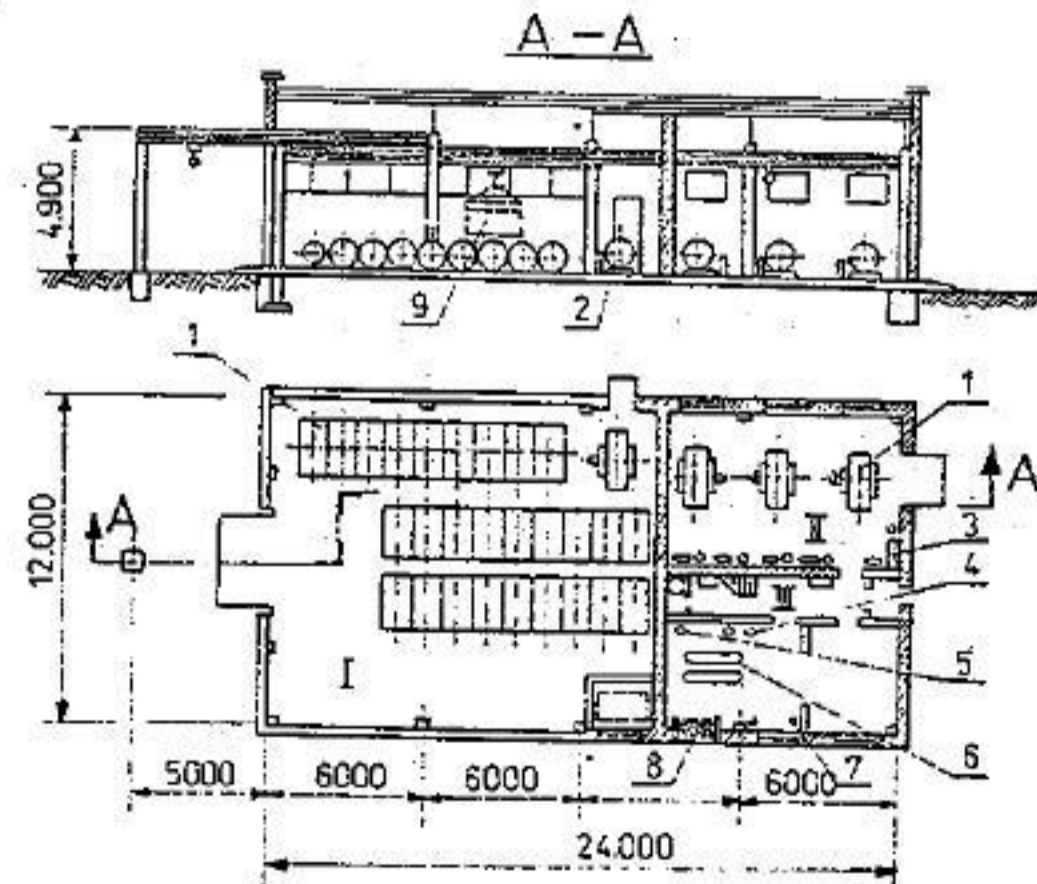
Số thùng chứa này được cất giữ trong kho. Kho được bố trí trong cùng trạm clorator có tường ngăn độc lập (Hình 3-24).



HÌNH 3-23.

Sơ đồ công nghệ của Clorator với thùng chứa Clo.

1- Cân chuyên dùng; 2 - Thùng chứa Clo; 3. Thùng chứa trung gian; 4 - Clorator; 5 - Ejector. - c - nước clo ; - n - nước công tác ; - t - thoát nước; - h - Clo hơi.



HÌNH 3-24.

Sơ đồ trạm Clorator.

I - Gian kho chứa Clo; II - Gian clorator; III - Buồng vệ sinh;
1 - Thùng chứa Clo; 2 - Cân chuyên dùng; 3 - Clorator; 4 - Thiết bị hấp phụ;
5 - Thiết bị tách dầu; 6 - Máy nén khí; 7. Calorife; 8. Tủ lạnh; 9. Thiết bị nâng.

Để vận chuyển các thùng chứa Clo từ vị trí này đến vị trí kia thường dùng loại xe chuyên dùng (Hình 3-25).

Lưu lượng nước Clo lớn nhất trong mỗi giờ được tính theo công thức:

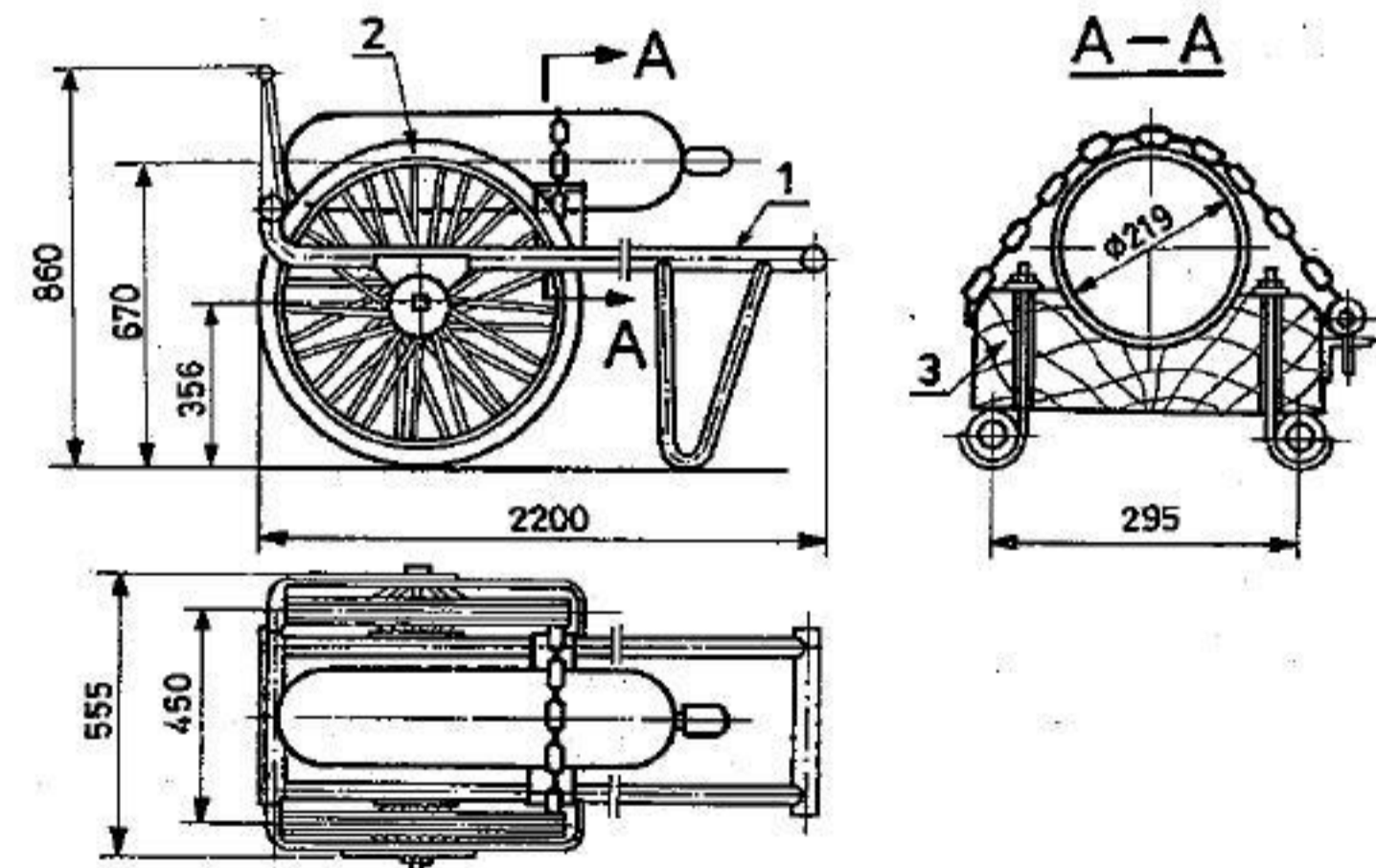
$$q_{\max} = \frac{a \times Q_{\max-h} \times 100}{b \times 1000 \times 1000} = \frac{9 \times 7131,4 \times 100}{0,12 \times 1000 \times 1000} = 53,49 \text{ m}^3/\text{h}$$

Trong đó: a = Liều lượng Clo hoạt tính, a = 9 g/m³;
b = Nồng độ Clo hoạt tính trong nước Clo (%), phụ thuộc vào nhiệt độ: t° = 20 ÷ 25°C; b = 0,15 - 0,12%. Chọn b = 0,12%.

Lượng nước tổng cộng cần thiết cho nhu cầu của trạm Clorator được xác định theo công thức:

$$Q_n = \frac{Y_{\max} (1000\rho + q)}{1000} = \frac{21,39(1000 \times 0,1 + 350)}{1000} = 28,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

Trong đó: q = Lưu lượng nước cần thiết để làm bốc hơi Clo. Khi tính toán sơ bộ, lấy bằng 300 ÷ 400 l/kg; Chọn q = 350 l/kg.
ρ = Lượng nước cần thiết để hòa tan 1g Clo, L/g (lít nước cho 1g Clo); ρ phụ thuộc vào nhiệt độ của nước thải như sau:



HÌNH 3-25.

Cấu tạo loại xe chuyên dùng để vận chuyển các thùng chứa Clo nước.

1- Khung sàn; 2 - Bánh xe; 3 - Bánh xe đệm bằng gỗ.

| t (°C) | ρ (L/g) |
|--------|---------|
| 15 | 0,50 |
| 20 | 0,66 |
| 25 | 1,00 |
| 30 | 1,24 |

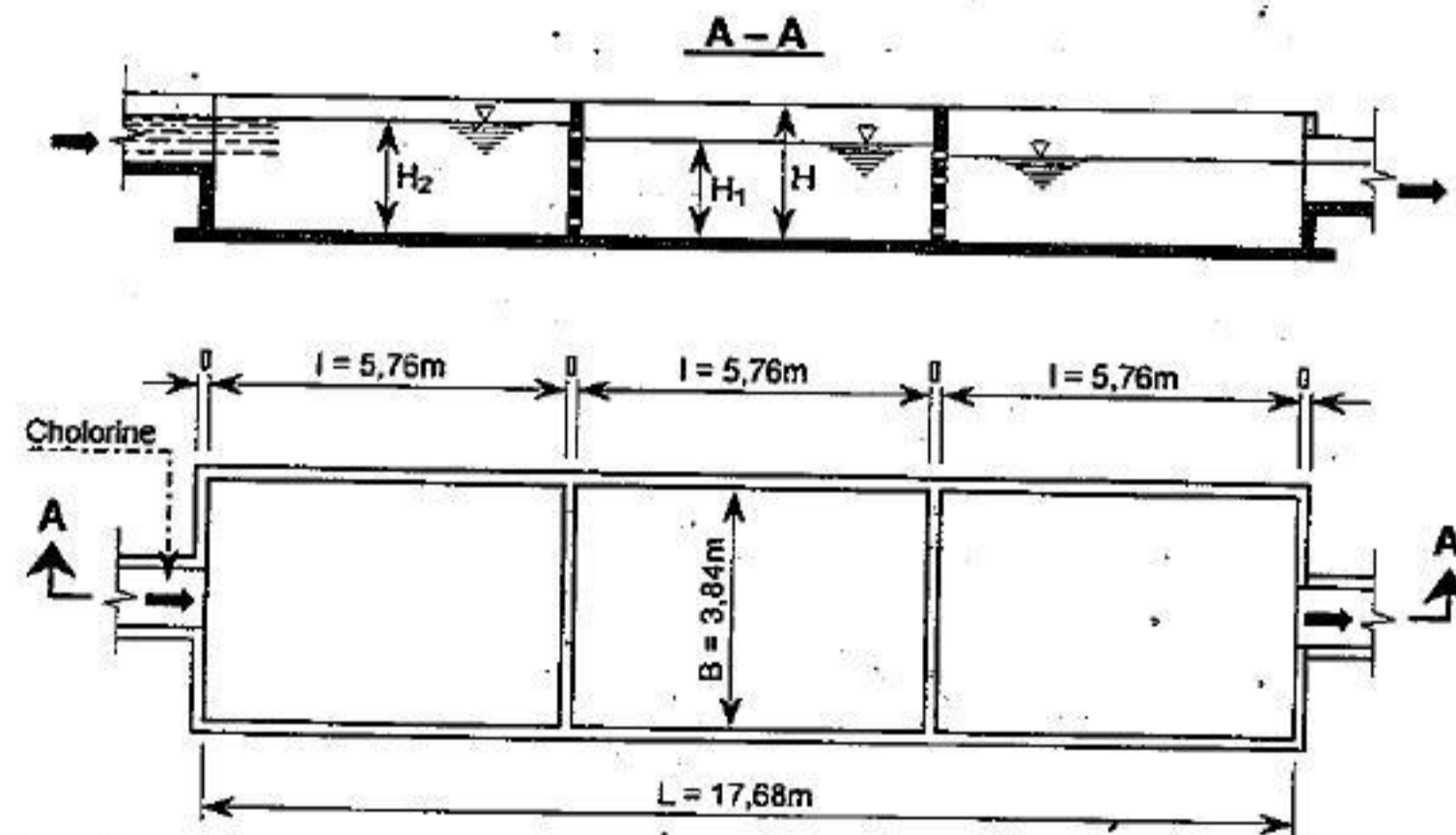
Với nhiệt độ của nước thải 25°C, ρ = 1,0 L/g;

Nước Clo từ elorator được dẫn đến mương xáo trộn bằng loại đường ống cao su mềm nhiều lớp, đường kính ống 60 ÷ 70mm với vận tốc 1,5 m/s.

b) Tính toán máng trộn (máng trộn vách ngăn có lỗ)

Để xáo trộn nước thải với Clo có thể sử dụng bất kỳ loại máng trộn nào (Điều 6.20.4 - Tiêu chuẩn Xây dựng - TCXD-51-84). Thời gian xáo trộn cần thực hiện nhanh trong vòng 1 ÷ 2 phút.

Trong phương án đang xét, chọn máng trộn vách ngăn có lỗ để tính toán thiết kế. Máng này thường gồm hai hoặc ba ngăn với các lỗ có d = 20 ÷ 100mm. Sơ đồ máng trộn vách ngăn có lỗ được giới thiệu ở Hình 3-26.



HÌNH 3-26.

Sơ đồ máng trộn vách ngăn có lỗ.

Số lỗ trong mỗi ngăn được xác định theo công thức:

$$n = \frac{4Q_{\max}}{\pi d^2 \times v} = \frac{4 \times 1,981}{3,14(0,08)^2 \times 1,2} = 328,8 \approx 333 \text{ lỗ}$$

Trong đó: Q_{\max} = Lưu lượng nước thải lớn nhất, $Q_{\max} = 1,981 \text{ m}^3/\text{s}$;
 d = Đường kính lỗ, $d = 80 \text{ mm}$ hoặc $d = 0,08 \text{ m}$;
 v = Tốc độ chuyển động của nước qua lỗ, $v = 1,2 \text{ m/s}$.

Chọn số hàng lỗ theo chiều đứng: $n_d = 14$ hàng và số hàng lỗ theo chiều ngang: $n_n = 24$ hàng. Khoảng cách giữa tâm các lỗ theo chiều ngang lấy bằng $2d = 2 \times 0,08 = 0,16 \text{ m}$.

Khoảng cách giữa 2 lỗ ngoài cùng đến các thành trong của máng trộn theo chiều ngang lấy bằng $d = 0,08 \text{ m}$.

Chiều ngang máng trộn sẽ là:

$$B = 2d(n_n - 1) + 2d = 2 \times 0,08(24 - 1) + 2 \times 0,08 = 3,84 \text{ m}$$

Khoảng cách giữa tâm các lỗ theo chiều đứng của vách ngăn thứ nhất (tính từ cuối máng trộn) cũng lấy bằng $2d$. Khoảng cách từ tâm lỗ của hàng ngang dưới cùng đến đáy máng trộn lấy bằng $d = 0,08 \text{ m}$.

Chiều cao lớp nước trước vách ngăn thứ nhất:

$$H_1 = 2d(n_d - 1) + d = 2 \times 0,08(14 - 1) + 0,08 = 2,16 \text{ m}$$

Chiều cao lớp nước trước vách ngăn thứ hai:

$$H_2 = H_1 + h = 2,16 + 0,19 = 2,35 \text{ m}$$

Trong đó: h = Tổn thất áp lực qua các lỗ của vách ngăn thứ hai, được tính theo công thức:

$$h = \frac{v^2}{\mu^2 \times 2g} = \frac{(1,2)^2}{(0,62)^2 \times 2 \times 9,81} = 0,19 \text{ m}$$

(μ - hệ số lưu lượng, $\mu = 0,62$).

Khoảng cách a giữa tâm các lỗ theo chiều đứng của vách ngăn thứ hai được tính theo công thức:

$$H_2 = a(n_d - 1) + b$$

Từ đó rút ra:

$$a = \frac{H_2 - b}{n_d - 1} = \frac{2,35 - 0,14}{14 - 1} = 0,17 \text{ m}$$

Trong đó: b = Khoảng cách từ tâm lỗ của hàng ngang dưới cùng ở vách ngăn thứ nhất đến đáy máng trộn, chọn $b = 1,75 d = 1,75 \times 0,08 = 0,14 \text{ m}$.

Khoảng cách giữa các vách ngăn được tính theo công thức:

$$l = 1,5B = 1,5 \times 3,84 = 5,76 \text{ m}$$

Chiều dài tổng cộng của máng trộn với 2 vách ngăn có lỗ:

$$L = 3l + 2\delta = 3 \times 5,76 + 2 \times 0,2 = 17,68 \text{ m}$$

Chiều cao xây dựng của máng trộn được tính theo công thức:

$$H = H_2 + H_{dp} = 2,35 + 0,35 = 2,7 \text{ m}$$

Trong đó: H_{dp} = Chiều cao dự phòng tính từ tâm dây lỗ ngang trên cùng của vách ngăn thứ hai đến mép trên cùng của máng trộn, $H_{dp} = 0,35 \text{ m}$.

Thời gian nước lưu lại trong máng trộn được tính bằng công thức:

$$t = \frac{H_1 \times B \times L}{Q_{\max}} = \frac{2,16 \times 3,84 \times 17,28}{1,981} = 72,35 \text{ giây} = 1,21 \text{ phút}$$

c) Tính toán bể tiếp xúc

Bể tiếp xúc được thiết kế giống như bể lắng nhưng không có thiết bị gom bùn nhằm để thực hiện quá trình tiếp xúc giữa Clo và nước thải sau khi xử lý ở bể lắng đợt II.

Chú ý rằng, trong quá trình khử trùng bằng Clo ở bể tiếp xúc sẽ xảy ra cả quá trình keo tụ một phần các hạt lơ lửng nhỏ bé và lắng ở bể, do vậy tốc độ chuyển động của nước trong bể tiếp xúc phải được tính toán sao cho khả năng trôi theo nước của chất lơ lửng là nhỏ nhất. Thường thì tốc độ này không lớn hơn tốc độ của nước trong bể lắng đợt II.

Trong phương án 1 đang xét, chọn bể tiếp xúc dạng bể lắng đứng để tính toán thiết kế. Thời gian tiếp xúc giữa Clo và nước thải là 30 phút kể cả thời gian tiếp xúc ở mương dẫn nước từ bể lắng tiếp xúc ra sông.

Thời gian tiếp xúc riêng trong bể tiếp xúc:

$$t = 30 - \frac{L}{v \times 60} = 30 - \frac{180}{0,5 \times 60} = 24 \text{ phút}$$

Trong đó: L = Chiều dài mương dẫn từ bể tiếp xúc ra đến sông, $L = 180 \text{ m}$;

v = Tốc độ chuyển động của nước trong mương dẫn nước thải từ bể tiếp xúc ra đến bờ sông, $v = 0,5 \text{ m/s}$.

Thể tích hữu ích của bể tiếp xúc:

$$W = Q_{\max} \times t = 7131,4 \times \frac{24}{60} = 2852,28 \text{ m}^3$$

Chọn 8 bể tiếp xúc và thể tích mỗi bể khi đó sẽ là:

$$W_1 = \frac{W}{8} = \frac{2852,56}{8} = 356,57 \text{ m}^3$$

Diện tích mỗi bể trong mặt bằng được tính theo công thức:

$$F_1 = \frac{W_1}{H_1} = \frac{356,57}{4,5} = 79,2 \text{ m}^2$$

Trong đó: H_1 = Chiều cao công tác của bể tiếp xúc, $H_1 = 2,5 - 5,5 \text{ m}$, chọn $H_1 = 4,5 \text{ m}$.

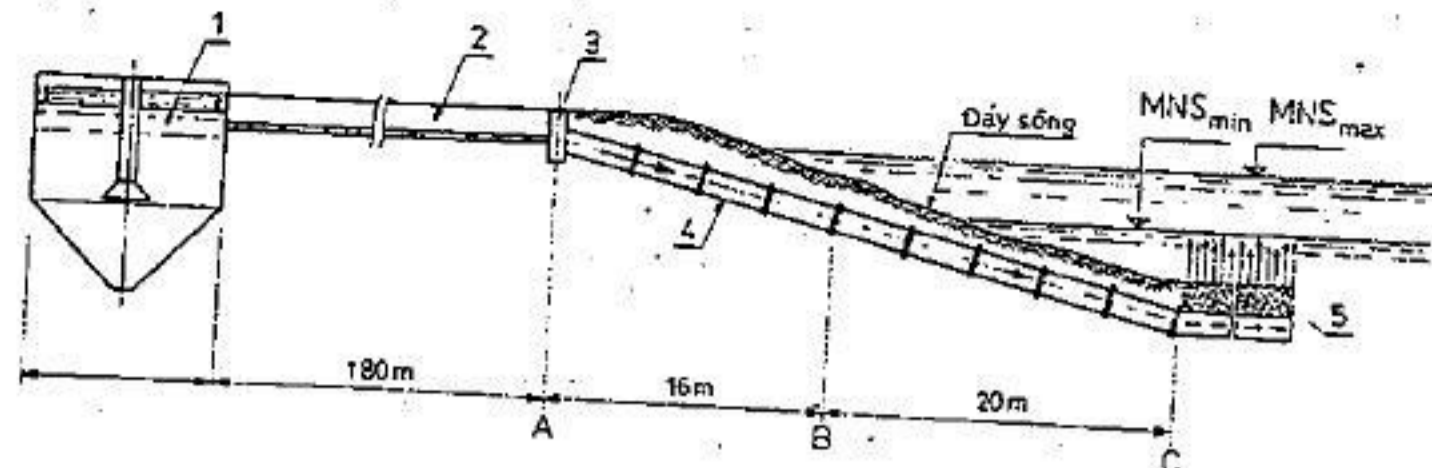
Đường kính của bể tiếp xúc sẽ là:

$$D = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 79,2}{3,14}} = 10 \text{ m}$$

Độ ẩm của cặn lắng ở bể tiếp xúc khoảng 96%. Cặn từ bể tiếp xúc được dẫn đến sân phơi bùn để làm ráo nước trong bùn.

Tính toán công trình xả nước thải sau xử lý vào sông

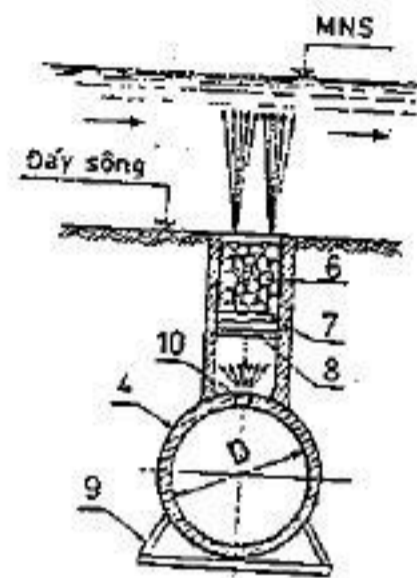
Nước thải sau khi qua bể tiếp xúc được dẫn ra sông theo mương hở với 1 đoạn dài 180m. Mương dẫn này kết thúc ở hồ ga bờ sông và từ đó xả trực tiếp vào lòng sông (Hình 3-27).



HÌNH 3-27.

Sơ đồ công trình xả nước thải sau xử lý vào sông.

- 1 - Bể tiếp xúc; 2 - Mương dẫn nước thải;
- 3 - Hồ ga bờ sông; 4 - Ống thoát nước ra sông;
- 5 - Họng xả nước thải đặt giữa lòng sông.



Nhiệm vụ chính của công trình xả nước thải ra sông là làm sao để khả năng xáo trộn pha loãng giữa nước thải sau xử lý và nước sông là cao nhất. Tùy thuộc vào hình dạng và cấu tạo của đoạn sông - nơi xả nước thải mà lựa chọn công trình xả nước thải:

- Xả giữa lòng sông; hay
- Xả ngay cạnh bờ sông.

Trong phương án đang xét, chọn công trình xả nước thải giữa lòng sông để tính toán thiết kế. Kết quả tính toán thủy lực và tổn thất áp lực của đường ống xả được trình bày ở Bảng 3-20.

BẢNG 3-20.

Kết quả tính toán thủy lực đường ống xả nước thải ra giữa lòng sông

| Đoạn ống | Q_{max} (m ³ /s) | L (m) | D (mm) | V (m/s) | i (mm/m) | Tổn Thất | Tổn thất | | Tổn thất tổng cộng (m) |
|----------|-------------------------------|-------|--------|---------|----------|------------|------------|-----------------------------|------------------------|
| | | | | | | H = iL (m) | cục bộ (m) | $\Sigma \xi \frac{v^2}{2g}$ | |
| A - B | 1,981 | 16,0 | 1000 | 2,88 | 8,0 | 1,28 | - | - | 1,28 |
| B - C | 1,981 | 20,0 | 1000 | 2,88 | 8,0 | 1,60 | 19,5 | 8,24 | 9,84 |

Hệ số sức kháng cục bộ của họng xả có thể lấy như sau:

- Hệ số sức kháng lối vào họng xả : $\xi_v = 0,5$;
- Hệ số sức kháng chỗ ra khỏi họng xả : $\xi_r = 2,0$;
- Hệ số sức kháng chỗ phân dòng : $\xi_p = 0,75$;
- Hệ số sức kháng của 1 họng xả : $\xi = 3,25$.

Chọn 6 họng xả: Hệ số sức kháng cục bộ của 6 họng xả: $\Sigma \xi = 6 \times 3,25 = 19,5$.

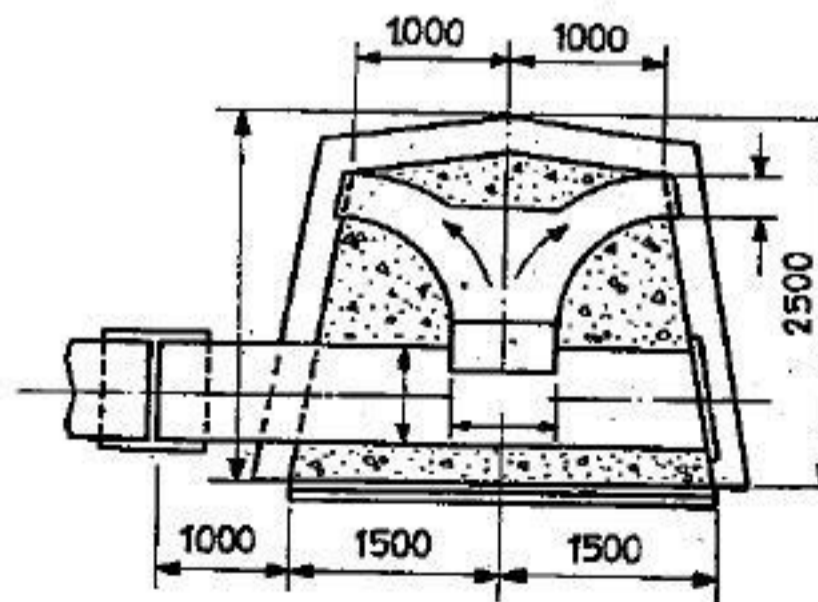
Khoảng cách giữa các tâm của họng xả lấy bằng 2,5m. Cấu tạo một loại họng xả được giới thiệu ở Hình 3-28.

Mặt bằng tổng thể và cao trình của trạm xử lý nước thải

a) Chọn vị trí xây dựng trạm xử lý nước thải

Việc chọn vị trí xây dựng trạm xử lý nước thải dựa vào các điều kiện địa hình, địa chất thủy văn, so sánh các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật và cũng chú ý đến các yêu cầu sau đây:

- Đặt ở phía hạ lưu của dòng sông;
- Đặt ở cuối hướng gió chỉ đạo;
- Bảo đảm khoảng cách ly vệ sinh (theo Điều 1.16 - TCXD-51-84);
- Kết hợp với quy hoạch chung của Thành phố và có tính tới khả năng mở rộng Thành phố Thịnh Mỹ trong tương lai;
- Tiện lợi vận chuyển.



HÌNH 3-28.

Sơ đồ cấu tạo của một loại họng xả.

Khi lập dự án trạm xử lý nước thải cần phải tiến hành lập báo cáo đánh giá tác động môi trường. Đáng quan tâm trong báo cáo này là:

- Chọn lựa vị trí hợp lý để tránh những ảnh hưởng xấu đến môi trường khí, nước và cộng đồng;
- Công nghệ xử lý bảo đảm đạt các chỉ tiêu qui định;
- Thực hiện quan trắc chất lượng môi trường nước, khí trong khu vực trạm xử lý và xung quanh.

b) Mặt bằng tổng thể và cao trình của trạm xử lý

Việc bố trí các công trình đơn vị của trạm xử lý có chú ý các điều kiện sau đây:

- Công trình đơn vị được bố trí theo từng đợt xây dựng;
- Các hệ thống ống, rãnh, mương... có chiều dài ngắn nhất;
- Bùn cặn được vận chuyển ở cống sau hoặc ở cống bên;
- Trong nội bộ trạm xử lý có thiết kế đường bộ, đường xe có thể đi lại từ công trình đơn vị này đến công trình đơn vị kia.

Bên trong trạm xử lý nước thải có thiết kế các thiết bị và công trình phụ như:

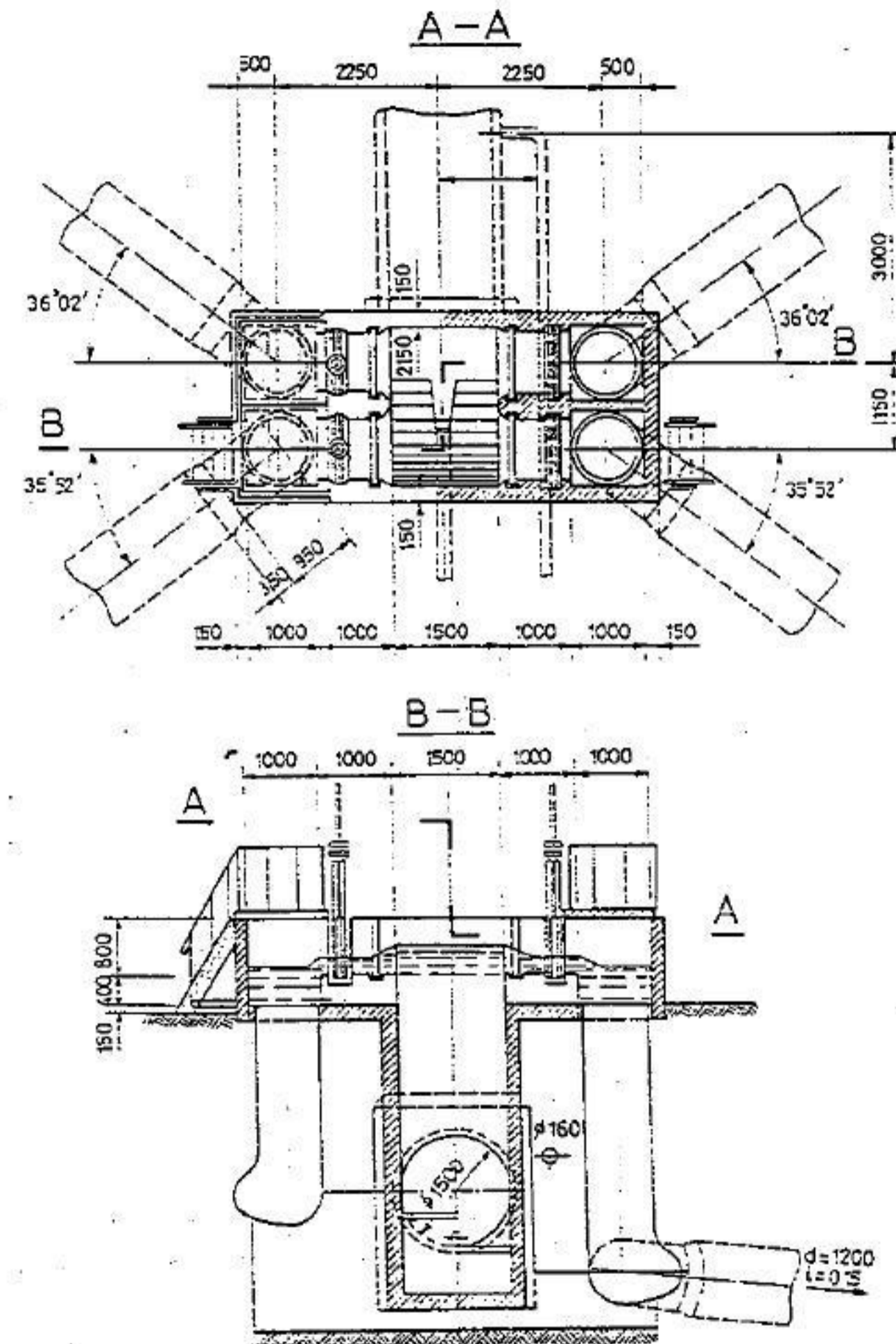
- Các thiết bị dùng để phân phối đều nước thải cho các công trình đơn vị (Hình 3-29);
- Các thiết bị đo lưu lượng: sử dụng máng tràn thành mỏng hình tam giác (Hình 3-30). Lưu lượng được xác định theo công thức:

$$Q = 1,343 \times H^{2,47} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

- Phòng thí nghiệm;
- Trạm bơm khí nén;
- Trạm sửa chữa;
- Chỗ để xe;
- Nhà hành chánh.

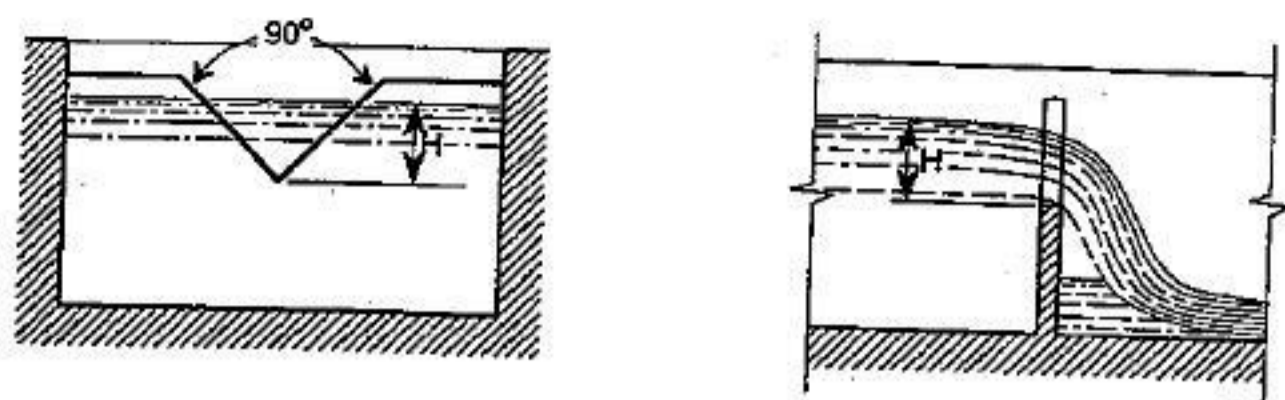
Xung quanh trạm xử lý nước thải có trồng cây xanh và hàng rào bảo vệ.

Mặt bằng tổng thể của trạm xử lý nước thải theo phương án I được giới thiệu ở Hình 3-31.



HÌNH 3-29.

Sơ đồ ngăn phân phối đều nước thải vào các bể lắng.



HÌNH 3-30.

Sơ đồ máng tràn thành móng hình tam giác dùng để đo lưu lượng.

Tính toán tổn thất áp lực qua từng công trình đơn vị sơ bộ có thể lấy theo Bảng 3-21.

Hình 3-32 giới thiệu sơ đồ cao trình theo nước (mặt cắt theo nước) của trạm xử lý nước thải theo phương án I. Sơ đồ này được thể hiện theo tỷ lệ ngang: 1/1000 và tỷ lệ đứng: 1/100.

Khi chọn vị trí bố trí mặt bằng trạm xử lý cần lưu ý đến quy định về vùng bảo vệ vệ sinh như trong Bảng 3-22.

BẢNG 3-21.

Tổn thất áp lực qua từng công trình đơn vị
(Độ chênh mực nước trước và sau công trình đơn vị)

| Công trình đơn vị | Tổn thất áp lực, cm nước |
|-------------------------------------|--------------------------|
| - Song chắn rác | 5 ÷ 20 |
| - Bể lắng cát | 10 ÷ 20 |
| - Bể làm thoáng sơ bộ | 15 ÷ 25 |
| - Bể lắng li tâm | 50 ÷ 60 |
| - Bể lắng ngang | 20 ÷ 40 |
| - Bể lắng đứng | 40 ÷ 50 |
| - Bể lắng trong có tầng cặn lơ lửng | 60 ÷ 70 |
| - Biophin với tảo phân lỵ | H + 150 |
| - Biophin với vòi phun cố định | H + 250 |
| - Aerôten | 25 ÷ 40 |
| - Bể trộn | 10 ÷ 30 |
| - Bể tiếp xúc | 40 ÷ 60 |
| - Bể lọc cát | 250 ÷ 300 |

(H = Chiều cao lớp vật liệu lọc).

BẢNG 3-22.

Vùng bảo vệ vệ sinh tương ứng với công suất của trạm xử lý

| Công trình xử lý nước thải | Vùng bảo vệ vệ sinh (m) khi công suất tính toán của công trình ($m^3/ngđ$): | | | |
|---|---|------------|--------------|---------|
| | đến 200 | 200 ÷ 5000 | 5000 ÷ 50000 | > 50000 |
| Các công trình xử lý cơ học và sinh học có sản phẩm bùn | 100 | 150 | 300 | 400 |
| Như trên với xử lý cặn bằng cơ nhiệt | 50 | 100 | 200 | 300 |
| Cánh đồng lọc | 100 | 150 | 300 | - |
| Cánh đồng tưới nông nghiệp | 100 | 150 | 250 | - |
| Hồ sinh vật | 100 | 150 | 200 | 200 |
| Mương oxy hóa tuần hoàn | 100 | - | - | - |
| Trạm bơm thoát nước | 10 | 15 | 20 | 30 |
| Bãi lọc ngầm | 15 | - | - | - |
| Hào lọc cát sỏi | 20 | - | - | - |
| Bể tự hoại và giếng lọc | 3 ÷ 5 | - | - | - |

GHI CHÚ:

- Vùng bảo vệ vệ sinh ghi ở Bảng 3-22 được phép tăng không quá 2 lần nếu bố trí khu nhà ở nằm ở phía dưới hướng gió chính so với trạm xử lý nước thải hoặc giảm nhưng không quá 25% nếu khu nhà ở bố trí trên hướng gió chính;
- Đối với trạm xử lý với công suất lớn hơn $200 m^3/ngđ$ và không có sản phẩm bùn thì kích thước vùng bảo vệ có thể giảm đến 30%;
- Lưu lượng nước thải được xác định theo tổng lưu lượng nước thải do máy bơm hoặc do tự chảy đến trạm xử lý;
- Việc tính toán các công trình xử lý sinh học được tiến hành dựa vào tổng các chất hữu cơ (biểu thị qua chỉ tiêu NOS);
- Khi xử lý sinh học hỗn hợp nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp, tiến hành xử lý cơ học trước loại nước thải hỗn hợp đó hoặc thực hiện xử lý riêng. Việc xử lý riêng đối với nước thải công nghiệp có chứa các chất độc hại phải dùng phương pháp thích hợp: xử lý hóa học, xử lý hóa lý...

6. Thành phần công trình của trạm xử lý nước thải được xác định phụ thuộc vào đặc tính và lưu lượng nước thải cần xử lý, mức độ cần thiết phải xử lý, phương pháp chế biến cặn lắng và các điều kiện địa phương khi lựa chọn thành phần công trình có thể tham khảo ở phụ lục.
7. Xung quanh trạm xử lý nước thải cần trồng cây xanh và phải có hàng rào bảo vệ cao ít nhất là 1,4m.
8. Khi bố trí các công trình đơn vị (song chắn rác, bể lắng cát, bể lắng đợt 1, xử lý sinh học, bể lắng đợt 2, các công trình chế biến cặn...) bên trong trạm xử lý cần xét tới các điều kiện sau đây:

- Công trình đơn vị được bố trí theo từng đợt xây dựng;
- Các hệ thống đường ống, rãnh, mương... phải có chiều dài ngắn nhất;
- Công trình đơn vị cần bố trí gọn, tiện lợi trong sử dụng và quản lý;
- Bùn cặn được vận chuyển qua cống sau hoặc cống bên;
- Cần thiết kế đường đi bộ, đường xe vận chuyển để có thể đi lại từ công trình đơn vị này đến công trình đơn vị kia trong trạm xử lý nước thải.

9. Khi nghiên cứu bố trí mặt bằng tổng thể của trạm xử lý cần xét tới phương án hợp khối các công trình đơn vị;

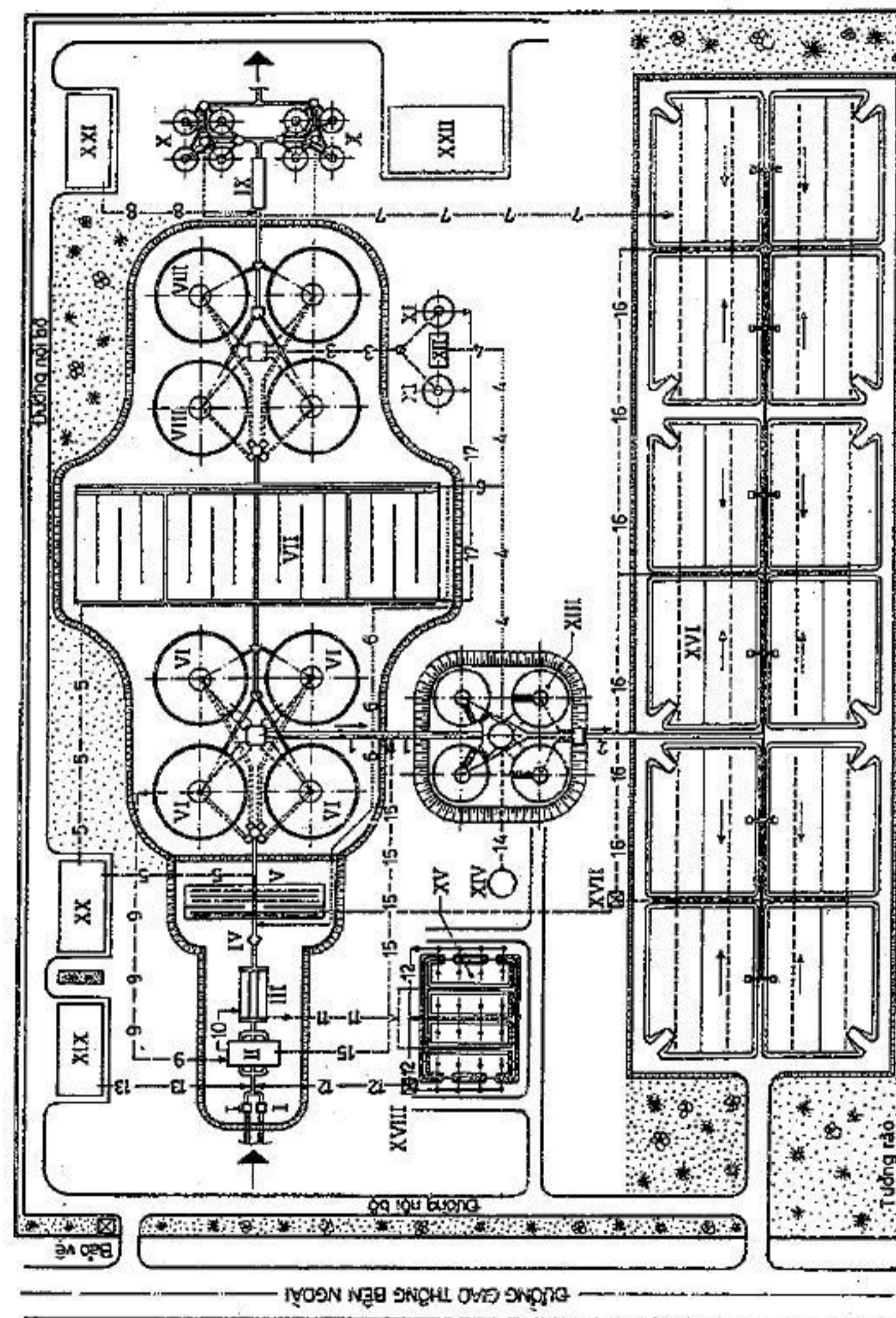
10. Bên trong trạm xử lý nước thải cần bố trí các thiết bị phụ trợ như sau:

- Các thiết bị phân phối đều nước thải cho các công trình đơn vị;
- Các thiết bị đo lưu lượng nước thải, bùn, khí;
- Các thiết bị xét nghiệm hóa, lý và vi sinh vật nước thải.

Ngoài ra, tùy từng điều kiện cụ thể mà có thể bố trí thêm các công trình phụ khác như: trạm bơm khí nén, trạm sữa chữa, trạm biến thế, nồi hơi, kho chứa Clo, chỗ để xe, nhà hành chánh...

Các công trình phụ của trạm xử lý nước thải phải bố trí ở vị trí thuận lợi cho việc sử dụng, không ảnh hưởng lẫn nhau. Không cho phép bố trí phòng thí nghiệm trong trạm bơm hay trong các phòng để máy nổ.

Diện tích của một số phòng phụ trong trạm xử lý phụ thuộc vào công suất trạm xử lý, có thể tham khảo ở phụ lục D - TCXD-51-84.



HÌNH 3-31. Mặt bằng tổng thể trạm xử lý nước thải khu đô thị 420.000 dân (Phương án 1).

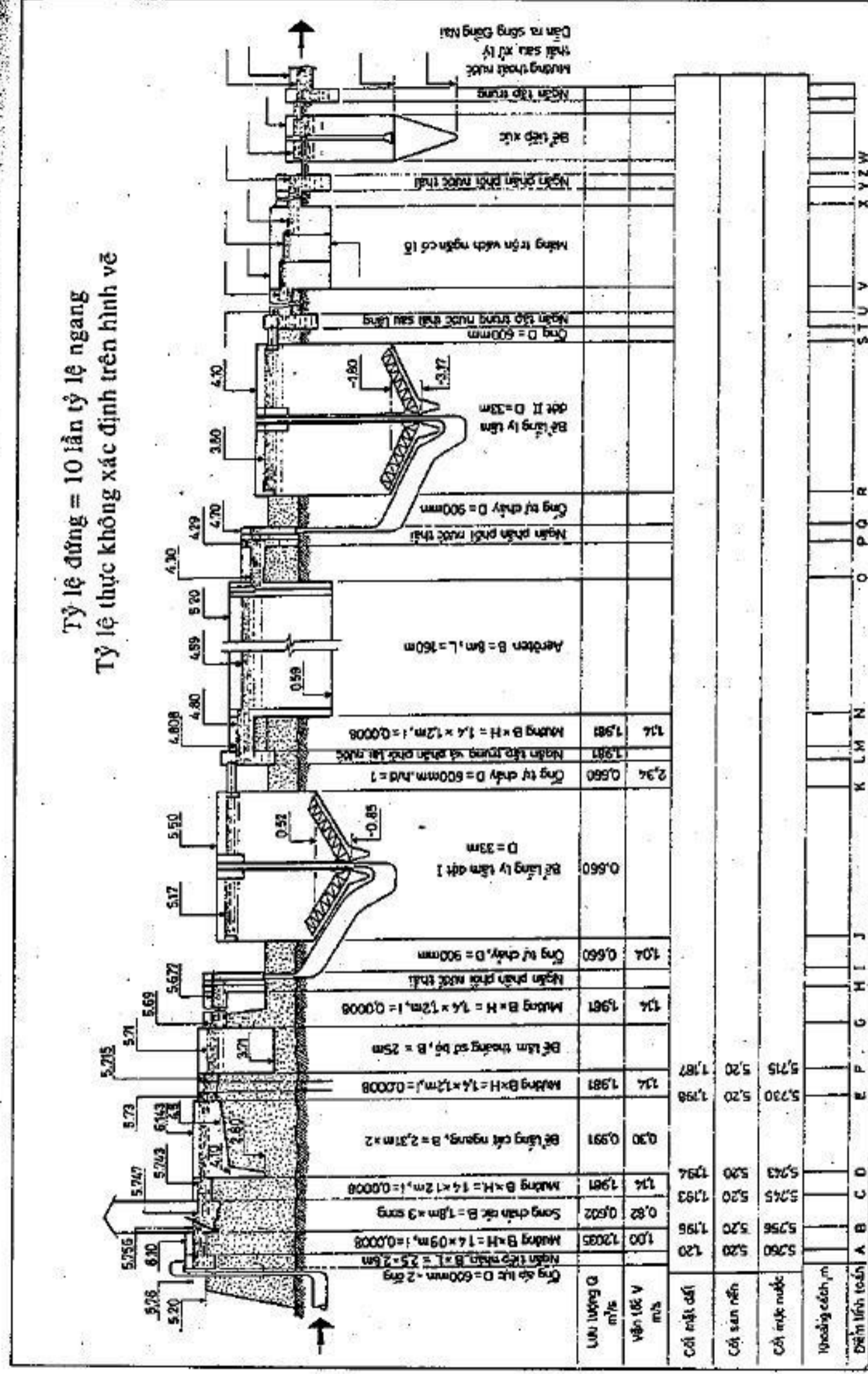
Chú thích cho Hình 3-31

KÝ HIỆU CÔNG TRÌNH:

- I Ngăn tiếp nhận
- II Nhà bố trí song chắn rác
- III Bể lắng cát
- IV Máng do lưu lượng
- V Bể làm thoáng sơ bộ
- VI Bể lắng ly tâm đợt I
- VII Aerôten
- VIII Bể lắng ly tâm đợt II
- IX Máng trộn chlorine
- X Bể tiếp xúc
- XI Bể nén bùn ly tâm
- XII Trạm bơm bùn
- XIII Bể mélan
- XIV Bể chứa khí đốt
- XV Sân phơi cát
- XVI Sân phơi bùn
- XVII Hồ tập trung nước tách từ sân phơi bùn
- XVIII Hồ tập trung nước tách từ sân phơi cát
- XIX Nhà điều hành
- XX Trạm khí nén
- XXI Kho chứa Clo và Clorator
- XXII Xưởng sửa chữa

KÝ HIỆU CÁC LOẠI ĐƯỜNG ỐNG:

- 1 Cặn tươi từ bể lắng đợt I
- 2 Cặn đã lên men từ bể mélan
- 3 Bùn hoạt tính
- 4 Bùn hoạt tính dư
- 5 Khí nén
- 6 Bùn hoàn tính tuần hoàn
- 7 Cặn lắng từ bể tiếp xúc
- 8 Nước Clo
- 9 Nước công tác từ bể lắng đợt I
- 10 Nước công tác phục vụ thiết bị nâng thủy lực
- 11 Ống dẫn hỗn hợp cát - nước
- 12 Nước tách từ sân phơi cát
- 13 Nước thải sinh hoạt từ nhà điều hành
- 14 Biogas
- 15 Ống dẫn rác đã được nghiền nhỏ
- 16 Ống dẫn nước tách từ sân phơi bùn



Tỷ lệ đứng = 10 lần tỷ lệ ngang
Tỷ lệ thực không xác định trên hình vẽ

HÌNH 3-32.

Sơ đồ cao trình (mặt cắt dọc theo nước) của trạm xử lý nước thải khu đô thị 420.000 dân (Phương án I).

3.3.3. Tính toán công nghệ và tính toán thủy lực các công trình đơn vị của phương án II

Sơ đồ công nghệ hệ thống xử lý nước thải của đô thị 420.000 dân theo phương án II được giới thiệu ở Hình 3-33.

Phương án II của trạm xử lý nước thải gồm các công trình đơn vị sau đây:

1. Ngăn tiếp nhận;
2. Song chắn rác;
3. Bể lắng cát thổi khí;
4. Bể làm thoáng sơ bộ;
5. Bể lắng ngang đợt I;
6. Aerôten kết hợp bể lắng đợt II;
7. Bể nén bùn đứng;
8. Bể mêtan;
9. Công trình xử lý cặn bằng phương pháp cơ học;
10. Công trình khử trùng nước thải;
11. Công trình xả nước thải sau xử lý - xả ngay bờ sông.

Tính toán công nghệ và tính toán thủy lực các công trình đơn vị của phương án II bao gồm các nội dung sau đây:

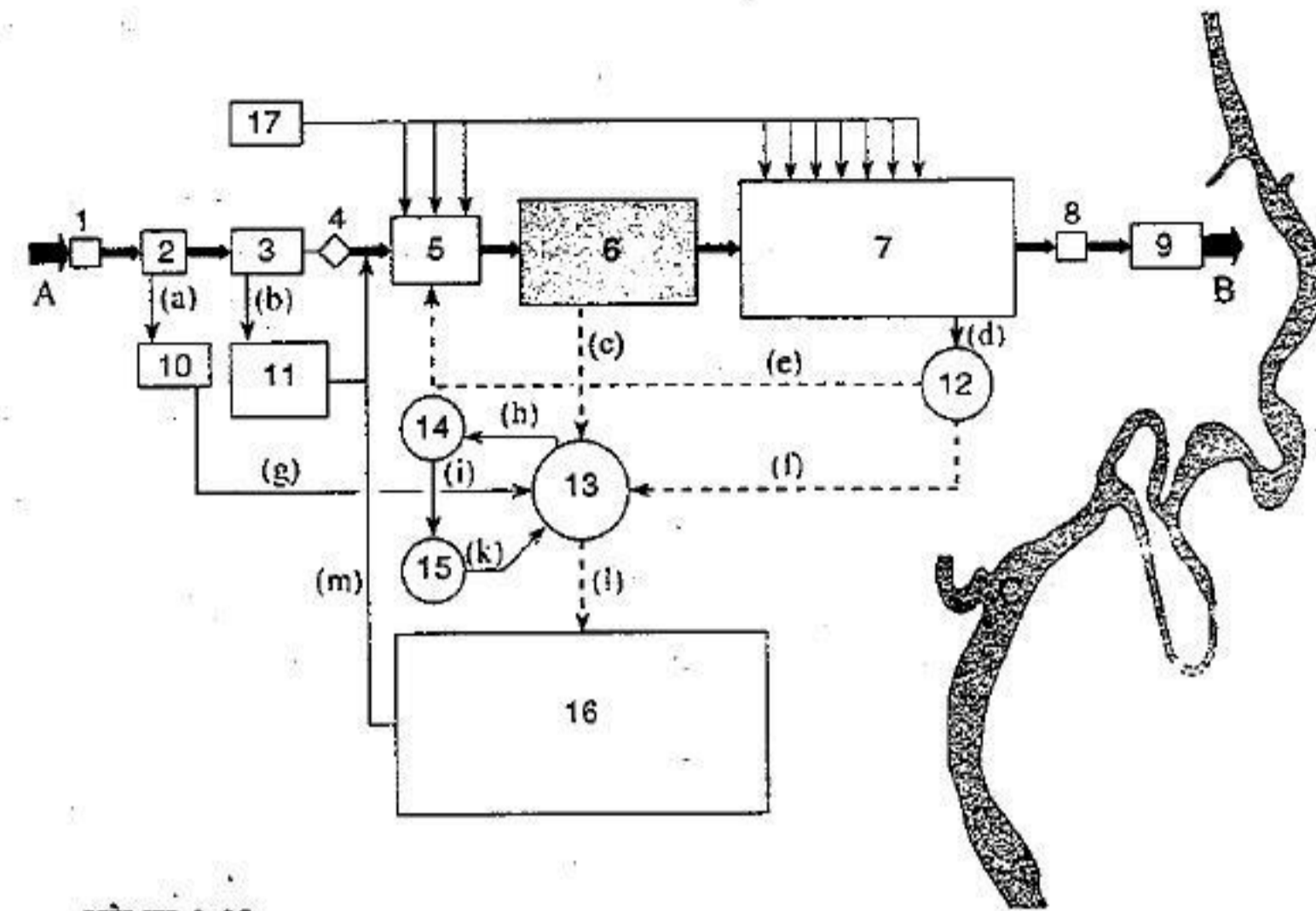
Tính toán ngăn tiếp nhận nước thải

Ngăn tiếp nhận nước thải được tính toán lựa chọn tương tự như ở phương án I. Ngăn tiếp nhận nước thải được bố trí ở vị trí cao để nước thải có thể tự chảy qua các công trình đơn vị theo trình tự của công nghệ xử lý.

Tóm tắt kết quả tính toán:

- Lưu lượng lớn nhất giờ: $Q_{\max, h} = 7131,4 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Chọn 2 ngăn tiếp nhận, lưu lượng mỗi ngăn: $3565,7 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Chọn 2 ống áp lực $d = 600 \text{ mm}$ từ trạm bơm đến mỗi ngăn tiếp nhận.

Kích thước mỗi ngăn được xác định theo Bảng 3-5 và sơ đồ cấu tạo ngăn tiếp nhận đã được thể hiện ở Hình 3-3.



HÌNH 3-33.

Sơ đồ tính toán công nghệ xử lý nước thải cho khu đô thị 420000 dân (Phương án II).

Chú thích:

- A : Nước thải từ hệ thống thoát nước đô thị tới;
 B : Nước thải sau xử lý xả ra sông
 C : Sông Đồng Nai - Nguồn tiếp nhận nước thải sau xử lý

| | | | |
|----|------------------------------|-----|---------------------------|
| 1 | Ngăn tiếp nhận | 16 | Sân phơi bùn |
| 2 | Song chắn rác | 17 | Trạm khí nén |
| 3 | Bể lắng cát thổi khí | (a) | Rác |
| 4 | Máng đo lưu lượng | (b) | Hỗn hợp cát - nước |
| 5 | Bể làm thoáng sơ bộ | (c) | Cặn tươi |
| 6 | Bể lắng ngang đợt I | (d) | Bùn hoạt tính |
| 7 | Aerôten kết hợp lắng II | (e) | Bùn hoạt tính tuần hoàn |
| 8 | Mương trộn clo với nước thải | (f) | Bùn hoạt tính dư |
| 9 | Bể tiếp xúc | (g) | Rác đã được nghiền nhỏ |
| 10 | Máy nghiền rác | (h) | Biogas |
| 11 | Sân phơi cát | (i) | Khí đốt |
| 12 | Bể nén bùn | (k) | Hơi nóng |
| 13 | Bể mê tan | (l) | Cặn đã được lên men |
| 14 | Bể làm sạch khí biogas | (m) | Nước tách từ sân phơi bùn |
| 15 | Nồi hơi | | |

Tính toán song chắn rác

Nội dung tính toán song chắn rác cũng tương tự như ở phương án I bao gồm:

- Tính toán thủy lực của mương dẫn nước thải sau ngăn tiếp nhận và mương dẫn ở mỗi song chắn rác;
- Tính toán song chắn rác.

Kết quả tính toán và sơ đồ cấu tạo song chắn rác như ở phương án I.

Hàm lượng chất lơ lửng và NOS của nước thải sau khi qua song chắn rác giảm 4% như đã tính toán trong phương án I:

- Hàm lượng chất lơ lửng còn lại : $C_{lc} = 297,12 \text{ mg/L}$
- Hàm lượng NOS₂₀ còn lại : $L_{lc} = 225,11 \text{ mg/L}$

Tính toán bể lắng cát thổi khí**Cách tính thứ nhất**

Bể lắng cát thổi khí là bể hình chữ nhật dài trên mặt bằng. Dọc theo chiều ngang của tường, cách đáy 20 ÷ 80cm bố trí đường ống có khoan lỗ để thổi khí. Bên dưới ống đó ở đáy bể có rãnh thu cát (Hình 3-34).

Hiệu suất làm việc của bể lắng cát thổi khí khá cao do nhờ thổi khí sẽ tạo được chuyển động vòng kết hợp với chuyển động theo phương thẳng. Do tốc độ tổng hợp của các chuyển động đó mà các chất bẩn hữu cơ lơ lửng không lắng xuống, do đó trong thành phần cặn lắng chủ yếu là cát đến 90 - 95% và ít bị thổi rửa.

Tính toán bể lắng cát thổi khí theo cách tính thứ nhất ở đây có thể tính theo hướng dẫn trong Tiêu chuẩn Xây dựng - TCXD-51-84, bao gồm các nội dung sau đây:

- Diện tích tiết diện ướt của bể:

$$F = \frac{Q_{\max.s}}{v \times n} = \frac{1,981}{0,1 \times 4} = 4,9525 \text{ m}^2$$

- Trong đó: F = Diện tích tiết diện ướt của một bể (1 đơn nguyên), m²;
 $Q_{\max.s}$ = Lưu lượng lớn nhất giây, $Q_{\max.s} = 1,981 \text{ m}^3/\text{s}$;
 v = Tốc độ của nước thải trong bể ứng với chế độ lưu lượng lớn nhất:
 $v = 0,08 \div 0,12 \text{ m/s}$ (Điều 6.3.4.b-TCXD-51-84). Chọn $v = 0,1 \text{ m/s}$;
 n = Số bể lắng cát (số đơn nguyên làm việc đồng thời, chọn $n = 4$).

Chiều rộng B và chiều sâu H của bể lắng cát thổi khí được xác định theo các mối quan hệ sau đây:

$$B \times H_u = F = 4,9525 \quad (1)$$

$$B : H = 1,5 \quad (2)$$

$$H = 2H_u \quad (3)$$

Ở đây: H_u là chiều sâu tính toán của bể.

Từ đó tính được: $H_u = 1,285 \text{ m}$; $H = 2,57 \text{ m}$; $B = 3,855 \text{ m}$

Kết quả tính toán cho thấy chiều sâu của bể lắng cát thổi khí $H = 2,57 \text{ m}$ nằm trong khoảng cho phép $H = 2,0 \div 3,5 \text{ m}$ (Điều 6.3.3 - TCXD-51-84).

- Chiều dài của bể lắng cát thổi khí được tính theo công thức:

$$L = \frac{K \times 1000 \times H_u}{U_o} \times v = \frac{2,08 \times 1000 \times 1,285}{18,7} \times 0,1 = 14,3 \text{ m}$$

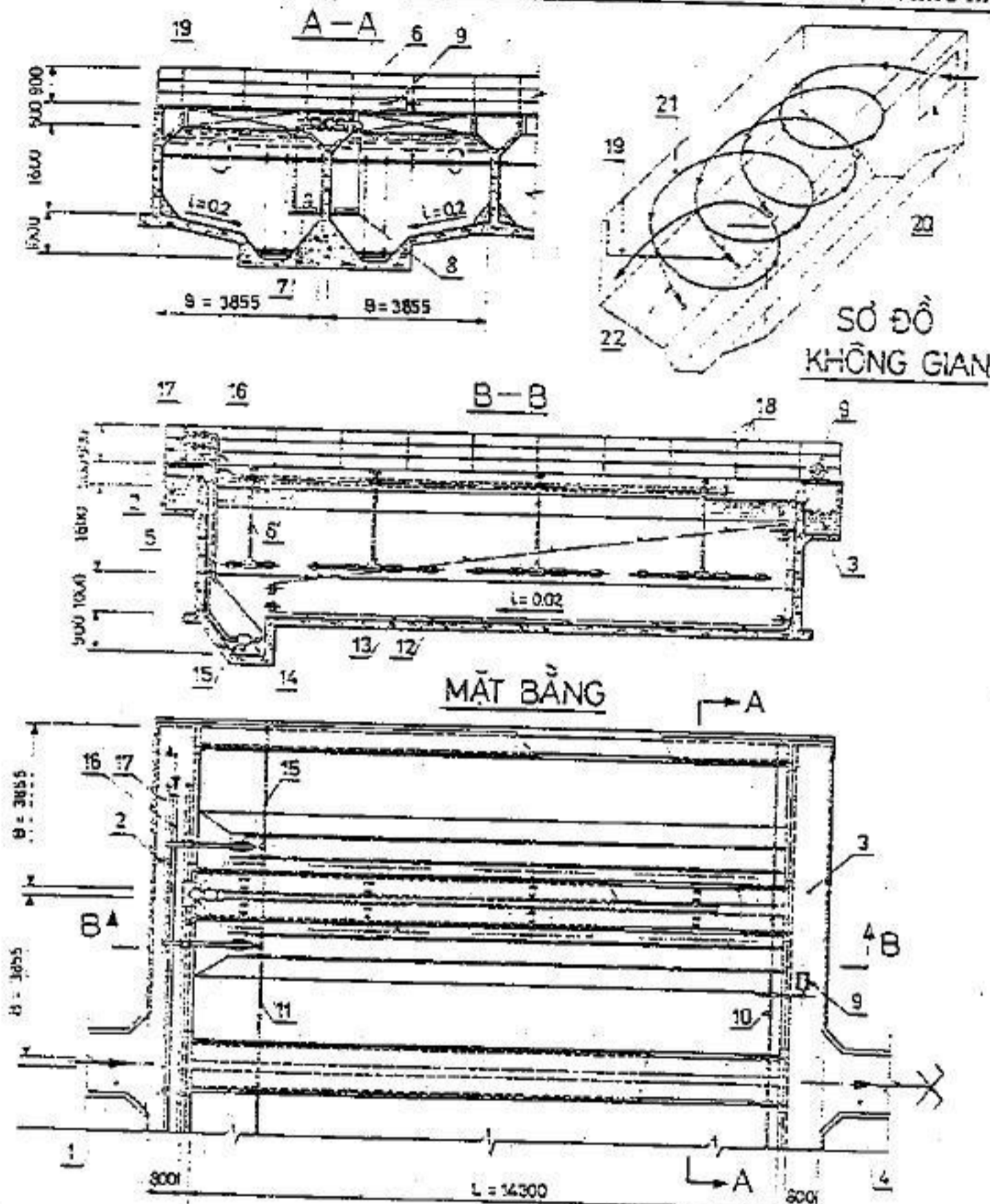
- Trong đó: L = Chiều dài của bể, m;
 H_u = Chiều sâu tính toán của bể lắng cát thổi khí, $H_u = 1,285$;
 U_o = Độ thô thủy lực của hạt cát, mm/s, lấy theo Bảng 3-22: Ứng với đường kính hạt cát $d = 0,2 \text{ mm}$, ta có $U_o = 18,7 \text{ mm/s}$;
 K = Hệ số thực nghiệm, lấy theo Bảng 3-22: Ứng với $U_o = 18,7 \text{ mm/s}$, $d = 0,2 \text{ mm}$ và ứng với bể lắng cát thổi khí có tỉ số $B : H = 1,5$ ta có $K = 2,08$.

BẢNG 3-22.

Giá trị U_o , K phụ thuộc vào đường kính hạt cát và loại bể lắng cát

| Đường kính của hạt cát giữ lại bể (mm) | Độ thô thủy lực của hạt cát, U_o | Hệ số thực nghiệm K | | | |
|--|------------------------------------|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | | Bể lắng cát ngang | Bể lắng cát thổi khí $B : H = 1$ | Bể lắng cát thổi khí $B : H = 1,25$ | Bể lắng cát thổi khí $B : H = 1,5$ |
| 0,20 | 18,7 | 1,7 | 2,45 | 2,25 | 2,08 |
| 0,25 | 24,2 | 1,3 | - | - | - |

Ghi chú: B, H - Chiều rộng và chiều sâu của bể lắng cát thổi khí;



HÌNH 3-34.

Sơ đồ cấu tạo của bể lắng cát thổi khí.

1- Mương dẫn nước thải vào; 2- Mương phân phối nước thải đầu bể; 3- Mương thu nước thải cuối bể; 4- Mương dẫn nước thải đến công trình xử lý tiếp theo; 5- Ống dẫn khí nén chính; 6, 6'- Ống nhánh dẫn khí nén vào các đơn nguyên; 7- Ống khuếch tán khí; 8- Thanh đỡ; 9- Motor truyền động; 10, 11- Các trục truyền động; 12- Xích dẫn động; 13- Thanh gạt cát; 14- Hồ tập trung cát; 15- Thiết bị bơm dâng thủy lực; 16- Ống dẫn nước công tác; 17- Ống dẫn hỗn hợp cát - nước đến sân phơi cát; 18- Lan can; 19- Máng tràn; 20- Cửa dẫn nước vào; 21- Quĩ đạo chuyển động của nước; 22- Quĩ đạo chuyển động của hạt cát.

Thời gian nước lưu lại trong bể lắng cát thổi khí ứng với các kích thước đã được xác định:

$$t = \frac{F \times L \times n}{Q_{\max, s}} = \frac{4,9525 \times 14,3 \times 4}{1,981} = 143(s)$$

Hay $t = 2$ phút 23 giây. Giá trị này nằm trong khoảng cho phép đối với bể lắng cát thổi khí.

Lưu lượng không khí cần cung cấp cho bể lắng cát thổi khí được xác định theo công thức:

$$V = D \times F \times n = 4 \times 4,9525 \times 4 = 79,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Trong đó: D = Cường độ thổi khí (lưu lượng riêng của không khí), $D = 3 \div 5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ (Điều 6.3.4.b - TCXD-51-84). Chọn $D = 4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$;

F = Diện tích tiết diện ướt của một bể, $F = 4,9525 \text{ m}^2$;

n = Số bể lắng cát công tác, $n = 4$.

Việc cấp không khí cho bể lắng cát thổi khí được thực hiện nhờ hệ thống ống dẫn khí có đục các lỗ nhỏ đường kính 3,5m đặt ở độ sâu $0,7 \div 0,75H$.

Lượng cát lắng ở bể lắng cát thổi khí trong một ngày đêm được tính theo công thức:

$$W_c = \frac{Q_{ngđ} \times 45,0}{1000 \times 1000} = \frac{103980 \times 45,0}{1000 \times 1000} = 4,68 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Trong đó: $Q_{ngđ}$ = Lưu lượng ngày đêm của nước thải, $Q_{ngđ} = 103980 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;

45,0 = Lượng cát có thể giữ lại từ 1000 m^3 nước thải - đại lượng thực nghiệm.

Ở đáy của mỗi bể lắng cát thổi khí có bố trí rãnh thu cát và hố thu cát ở cuối bể. Cát được tập trung vào hố thu cát nhờ thiết bị gạt và sau đó thiết bị nâng thủy lực (Hình 3-8) sẽ dẫn cát đến sân phơi cát.

Tuy nhiên để dẫn cát đến sân phơi cát bằng thiết bị nâng thủy lực, cần pha loãng cát với nước thải sau bể lắng với tỉ lệ 1 : 20 theo trọng lượng cát.

Nước công tác do máy bơm với áp lực 2 - 3 at;

Thời gian mỗi lần xả cát dài 30 phút (0,5h);

Độ ẩm của cát: 60%;

Trọng lượng thể tích của cát: $1,5T/m^3$.

Lượng nước công tác cần cho thiết bị nâng thủy lực được tính theo công thức:

$$Q = \frac{W_c \times 1,5 \times (20 - 1)}{0,5 \times n} = \frac{4,68 \times 1,5 \times (20 - 1)}{0,5 \times 4} = 66,7 m^3/ngđ$$

Trong đó: n - Số ngăn bể lắng cát, n = 4.

Cát được lấy ra khỏi bể lắng cát có chứa lượng nước đáng kể, do đó cần làm ráo cát (loại nước ra khỏi cát) để dễ dàng vận chuyển đi nơi khác. Quá trình làm ráo cát được thực hiện ở sân phơi cát. Tính toán sân phơi cát được tính tương tự như ở phương án I.

So với bể lắng cát ngang đã tính toán ở trong phương án I, hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải ra khỏi bể lắng cát thổi khí giảm đi không đáng kể và sơ bộ có thể lấy bằng hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải ra khỏi song chắn rác:

$$C_{tc} = C_{tc} = 297,12 \text{ mg/L}$$

Hàm lượng NOS_{20} của nước thải qua bể lắng cát thổi khí giảm 5% và còn lại:

$$L_{tc} = L_{tc} \times (100 - 5)\% = 225,11 \times 95\% = 213,86 \text{ mg/L}$$

PHÂN THAM KHẢO

Tính toán bể lắng cát thổi khí theo cách tính thứ hai:

Tính toán bể lắng cát thổi khí theo cách tính này chủ yếu dựa vào các thông số cơ bản cho trong Bảng TK-6.

Thể tích bể lắng cát thổi khí tính theo công thức:

$$V = \frac{Q_{\max,h}^{tc} \times t}{60} = \frac{7131,4 \times 3}{60} = 356,57 m^3$$

Trong đó: $Q_{\max,h}^{tc}$ = Lưu lượng giờ lớn nhất, $Q_{\max,h}^{tc} = 7131,4 m^3/h$;

t = Thời gian lưu nước trong bể, t = 3 phút.

Để tính toán kích thước bể lắng cát thổi khí, theo Bảng TK-6 chọn tỉ lệ giữa chiều rộng với chiều cao b : H = 1,5 : 1 và chiều cao công tác của bể là H = 2,5m.

BẢNG TK-6.

Các thông số cơ bản thiết kế bể lắng cát thổi khí

| TT | Thông số thiết kế | Khoảng giá trị | Giá trị đặc trưng |
|----|---|----------------|-------------------|
| 1 | Thời gian lưu nước tính theo lưu lượng giờ lớn nhất, (phút) | 2 ÷ 5 | 3 |
| 2 | Kích thước: | | |
| | Chiều cao (m) | 2,0 ÷ 5,0 | |
| | Chiều dài (m) | 7,5 ÷ 20 | |
| | Chiều rộng (m) | 2,4 ÷ 7,0 | |
| 3 | Tỉ số giữa chiều rộng và chiều cao | 1:1 ÷ 5:1 | 1,5:1 |
| 4 | Tỉ số giữa chiều dài và chiều rộng | 3:1 ÷ 5:1 | 4:1 |
| 5 | Lượng không khí cung cấp (m^3 /phút.mét dài) | 0,2 ÷ 0,5 | |
| 6 | Lượng cát lắng trong bể, $m^3/10^3 m^3$ nước thải | 0,004 ÷ 0,20 | 0,15 |

Chiều rộng của bể lắng cát thổi khí tính theo công thức:

$$b = 1,5 \times H = 1,5 \times 2,5 = 3,75 m$$

Chiều dài của bể lắng cát thổi khí tính theo công thức:

$$L = \frac{V}{n \times b \times H} = \frac{356,57}{3 \times 3,75 \times 2,5} = 12,7 m$$

Trong đó: n = Số đơn nguyên công tác, n = 3;

b = Chiều ngang mỗi đơn nguyên, b = 3,75m;

H = Chiều cao công tác của bể lắng cát thổi khí, H = 2,5m.

Lưu lượng không khí cần cung cấp cho mỗi đơn nguyên tính theo công thức:

$$Q_{kk} = L \times I = 12,7 \times 0,5 = 6,35 m^3/phút$$

Trong đó: I = Cường độ không khí cung cấp trên một mét chiều dài bể, I = $0,5 m^3/phút.mét$ dài.

Lưu lượng không khí tổng cộng cần cung cấp cho bể lắng cát tính theo công thức:

$$Q_{kk}^{tc} = Q_{kk} \times n = 6,35 \times 3 = 19,05 m^3/phút$$

Trong đó: Q_{kk} = Lưu lượng không khí cung cấp cho một đơn nguyên, $Q_{kk} = 6,35 m^3/phút$;

n = Số đơn nguyên công tác, n = 3.

Lượng cát trung bình sinh ra mỗi ngày tính theo công thức:

$$W_c = \frac{Q_{tb,ngđ}^{lc} \times q_0}{1000} = \frac{103980 \times 0,15}{1000} = 15,597 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Trong đó: $Q_{tb,ngđ}^{lc}$ = Lưu lượng nước thải trung bình ngày, $Q_{tb,ngđ}^{lc} = 103980$ m³/ngđ;

q_0 = Lượng cát trong 1000m³ nước thải, $q_0 = 0,15 \text{ m}^3 \text{ cát}/1000 \text{ m}^3$.

Chiều cao lớp cát trong bể lắng cát ngang trong một ngày đêm tính theo công thức:

$$h_c = \frac{W_c \times t}{L \times b \times n} = \frac{15,597 \times 1}{12,7 \times 3,75 \times 3} = 0,109 \text{ m}$$

Trong đó: W_c = Lượng cát sinh ra trung bình trong một ngày đêm, $W_c = 15,597$ m³/ng.đ;

t = Chu kỳ xả cát, $t = 1$ ngày.

Chiều cao xây dựng của bể lắng cát ngang được tính theo công thức:

$$H_{xđ} = H + h_c + h_{bv} = 2,50 + 0,109 + 0,4 = 3,11 \text{ m}$$

Trong đó: H = Chiều cao công tác của bể lắng cát ngang, $H = 2,50 \text{ m}$;

h_c = Chiều cao lớp cát trong bể lắng cát ngang, $h_c = 0,109 \text{ m}$;

h_{bv} = Chiều cao vùng bảo vệ của bể lắng cát ngang, $h_{bv} = 0,40 \text{ m}$.

Tính toán bể lắng ngang đợt I

Bể lắng ngang là bể lắng có dạng hình chữ nhật kéo dài trên mặt bằng, tỷ lệ giữa chiều rộng B và chiều dài L không nhỏ hơn 1 : 4 và chiều sâu thường dưới 4m.

Sơ đồ nguyên lý cấu tạo và hoạt động của bể lắng ngang được giới thiệu ở Hình 3-35.

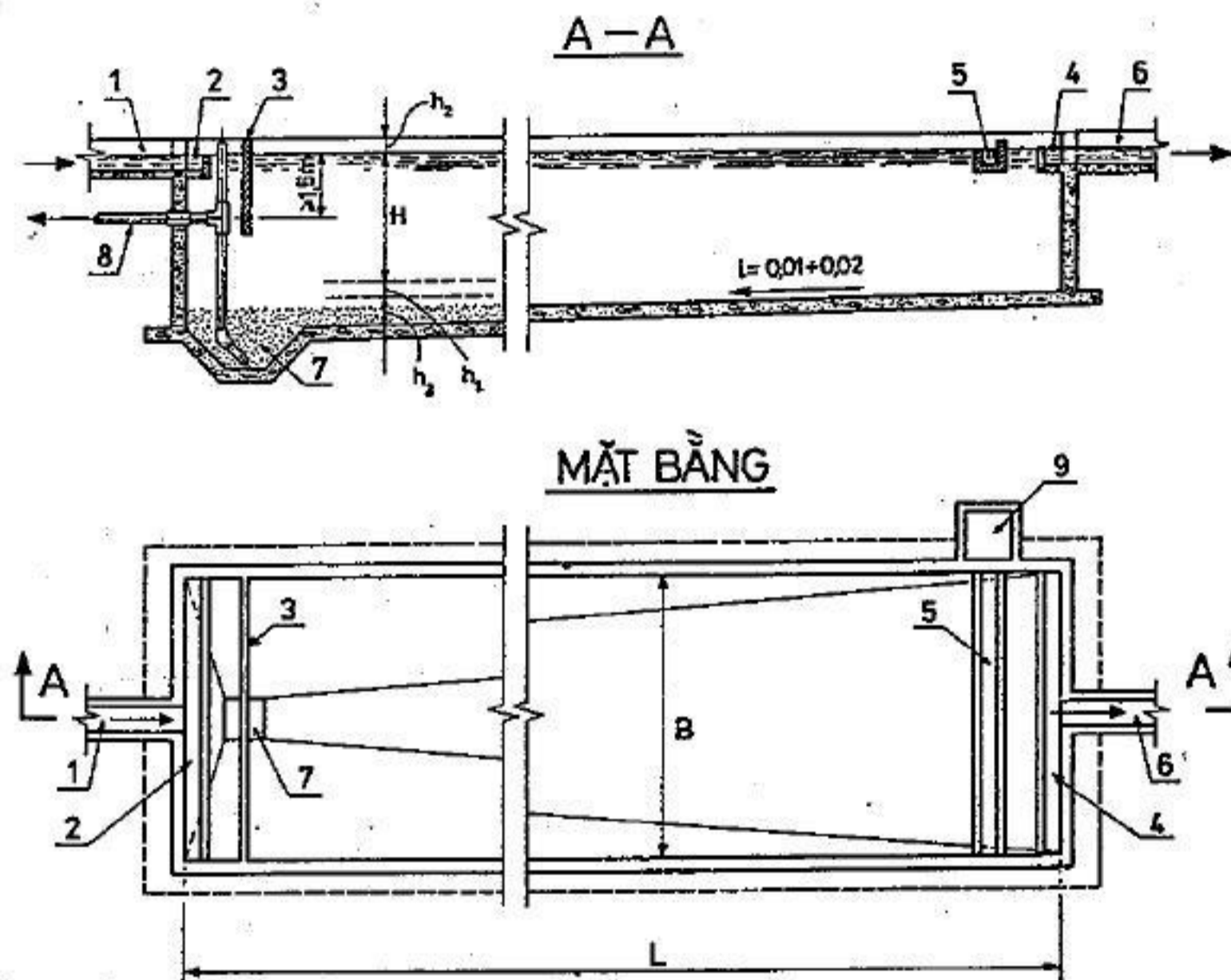
Bể lắng ngang đợt I được lựa chọn tính toán thiết kế với các lý do:

- Thích hợp với công suất lớn;
- Phù hợp với điều kiện địa chất, mức nước ngầm;
- Thích hợp cho từng bước xây dựng công trình.

Nhiệm vụ của bể lắng đợt I là loại bỏ các chất lơ lửng trong nước thải. Hàm lượng chất lơ lửng sau khi ra khỏi bể lắng đợt I không được vượt quá 150mg/L trước khi dẫn đến các công trình xử lý sinh học. Có nhiều phương pháp tính

bể lắng ngang. Dưới đây trình bày 3 phương pháp thường được áp dụng để tính toán:

- Phương pháp tính theo tiêu chuẩn thiết kế: TCXD-51-84;
- Phương pháp tính theo Jukov A.I.;
- Phương pháp tính khác.



HÌNH 3-35.

Sơ đồ nguyên lý cấu tạo của bể lắng ngang.

1- Mương dẫn nước vào; 2- Máng phân phối; 3- Tấm chắn nửa nổi nửa chìm; 4- Máng thu nước sau lắng; 5- Máng thu chất nổi; 6- Mương dẫn nước đến các công trình tiếp theo; 7- Hồ tập trung cặn; 8- Ống xả cặn thủy tĩnh; 9- Hồ tập trung chất nổi.

H - Chiều sâu của vùng lắng; h_1 - Chiều cao lớp trung hòa; h_2 - Khoảng cách từ mực nước đến thành bể; h_3 - Chiều cao phần chứa cặn.

a) Tính toán bể lắng ngang theo Tiêu chuẩn thiết kế: TCXD-51-84

Chiều dài của bể lắng ngang được tính theo công thức:

$$L = \frac{v \times H}{K \times U_0} = \frac{8 \times 3,2}{0,5 \times 1,325} = 38,64 \text{ m}$$

- Trong đó:
- v = Tốc độ lắng tính toán trung bình của hạt lơ lửng đối với bể lắng ngang và li tâm: v = 5 ÷ 10 mm/s; chọn v = 8 mm/s;
 - H = Chiều sâu tính toán của vùng lắng (từ mặt trên lớp trung hòa đến mặt thoáng của bể), m, theo TCXD-51-84, điều 6.5.9, H = 1,5 - 3,0m phụ thuộc vào công suất của trạm, trong nhiều trường hợp có thể lấy đến 4m. Chọn H = 3,2m.
 - K = Hệ số phụ thuộc kiểu bể lắng có thể lấy K = 0,5 đối với bể lắng ngang; K = 0,4 đối với bể lắng li tâm và K = 0,3 đối với bể lắng đứng;
 - U₀ = Độ thô thủy lực của hạt cặn lơ lửng, có thể tính theo công thức:

$$U_0 = \frac{1000 \times K \times H}{\alpha \times t \times (KH/h)^n} - \omega = \frac{1000 \times 0,5 \times 3,2}{0,9 \times 972 \times 1,34} - 0,04 = 1,325 \text{ mm/s}$$

Ở đây: t = Thời gian lắng xác định bằng thực nghiệm. Khi thiếu số liệu thực nghiệm, t có thể lấy theo bảng 3-23 (TCXD-51-84). Đó là thời gian của nước thải trong bình hình trụ với chiều cao lớp nước h đạt hiệu quả lắng bằng hiệu quả lắng tính toán. Với n = 0,25; hiệu quả lắng 60% và nồng độ chất lơ lửng 297,12mg/L, t = 972s;
 α = Hệ số tính đến ảnh hưởng của nhiệt độ của nước thải đối với độ nhớt lấy theo bảng 3-24 (TCXD-51-84). Ứng với t = 25°C, ta có α = 0,9.

BẢNG 3-23.

Thời gian lắng trong bình hình trụ (giây)

| Hiệu quả lắng % | Thời gian lắng t (s) trong bình hình trụ có chiều cao h = 0,5m | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|------|-----|-----|-----|--------------|------|------|-----|-----|-----|
| | n = 0,25 | | | | | n = 0,4 | | | | | |
| | Nồng độ chất lơ lửng mg/L | | | | | Nồng độ mg/L | | | | | |
| | 100 | 200 | 300 | 500 | 500 | 1000 | 2000 | 3000 | 200 | 300 | 400 |
| 20 | 600 | 300 | - | - | 150 | 140 | 100 | 40 | - | - | - |
| 30 | 900 | 540 | 300 | 180 | 180 | 160 | 120 | 50 | - | - | - |
| 40 | 1320 | 650 | 450 | 390 | 200 | 180 | 150 | 60 | 75 | 60 | 45 |
| 50 | 1900 | 900 | 640 | 450 | 240 | 200 | 180 | 80 | 120 | 90 | 80 |
| 60 | 3800 | 1200 | 970 | 680 | 280 | 240 | 200 | 100 | 180 | 120 | 75 |

BẢNG 3-24.

Giá trị α ứng với nhiệt độ trung bình tháng thấp nhất (t) của nước thải (°C)

| t (°C) | 40 | 30 | 25 | 20 | 15 |
|--------|------|-----|-----|-----|------|
| α | 0,66 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,44 |

ω - Thành phần thẳng đứng của tốc độ nước thải lấy theo Bảng 3-25, ω = 0,04 mm/s.

BẢNG 3-25.

Thành phần thẳng đứng của nước thải ω ứng với tốc độ tính toán trung bình v

| v mm/s | 5 | 10 | 15 | 20 |
|--------|---|------|-----|-----|
| ω mm/s | 0 | 0,05 | 0,1 | 0,5 |

- n - Hệ số phụ thuộc vào tính chất của chất lơ lửng, có thể lấy sơ bộ như sau:
 n = 0,25 đối với chất lơ lửng của nước thải có khả năng dính kết;
 n = 0,24 đối với các chất khoáng của hệ phân tán, có khối lượng riêng 2 ÷ 3 g/m³;
 n = 0,5 ÷ 0,6 đối với hạt cặn nặng có khối lượng riêng 5 ÷ 6 g/m³.
 Chọn n = 0,25

(KH/h)ⁿ - Trị số tính toán đối với các bể lắng phụ thuộc chiều cao bể lắng H và kiểu bể lắng, lấy theo Bảng 3-26 (TCXD-51-84, Điều 6.5.4):

BẢNG 3-26.

Trị số (KH/h)ⁿ đối với các kiểu bể lắng

| Chiều cao H (m) | Trị số (KH/h) ⁿ | | |
|-----------------|----------------------------|----------------|---------------|
| | Bể lắng đứng | Bể lắng li tâm | Bể lắng ngang |
| 1,5 | - | 1,08 | 1,11 |
| 2,0 | 1,11 | 1,06 | 1,19 |
| 3,0 | 1,21 | 1,29 | 1,32 |
| 4,0 | 1,29 | 1,35 | 1,41 |
| 5,0 | - | 1,46 | 1,5 |

với H = 3,2m; (KH/h)ⁿ = 1,34 (Đối với bể lắng ngang).

Diện tích tiết diện ướt của bể lắng ngang được tính theo công thức:

$$S = \frac{Q_{max,s}}{v} = \frac{1,981}{0,008} = 247,6 \text{ m}^2$$

- Trong đó: Q_{max,s} = Lưu lượng giây lớn nhất của nước thải, Q_{max,s} = 1,981m³/s;
 v = Tốc độ tính toán trung bình của nước thải, v = 8mm/s = 0,008m/s.

Chiều ngang tổng cộng của bể lắng ngang sẽ là:

$$B = \frac{S}{H} = \frac{247,6}{3,2} = 77,38 \text{ m}$$

Số ngăn trong bể lắng ngang được xác định theo công thức:

$$N = \frac{B}{b} = \frac{77,38}{7} = 11,05 \approx 12 \text{ ngăn}$$

Trong đó: b - Chiều ngang của mỗi ngăn bể lắng, b = 6 ÷ 9m, chọn b = 7m.

Chọn bể lắng ngang gồm 12 ngăn (12 đơn nguyên) và khi đó chiều ngang tổng cộng thực tế của bể lắng được tính lại sẽ là: B = 12 × 7 = 84m. Thời gian lắng thực tế ứng với kích thước đã tính toán và chọn như sau:

$$t = \frac{W}{Q_{\max, h}} = \frac{10386,43}{7138,4} = 1,46 \text{ h}$$

Trong đó: W = Thể tích bể theo kích thước chọn, W = L × B × H = 38,64 × 84 × 3,2 = 10386m³;
Q_{max,h} = Lưu lượng lớn nhất giờ, Q_{max,h} = 7138,4m³/h.

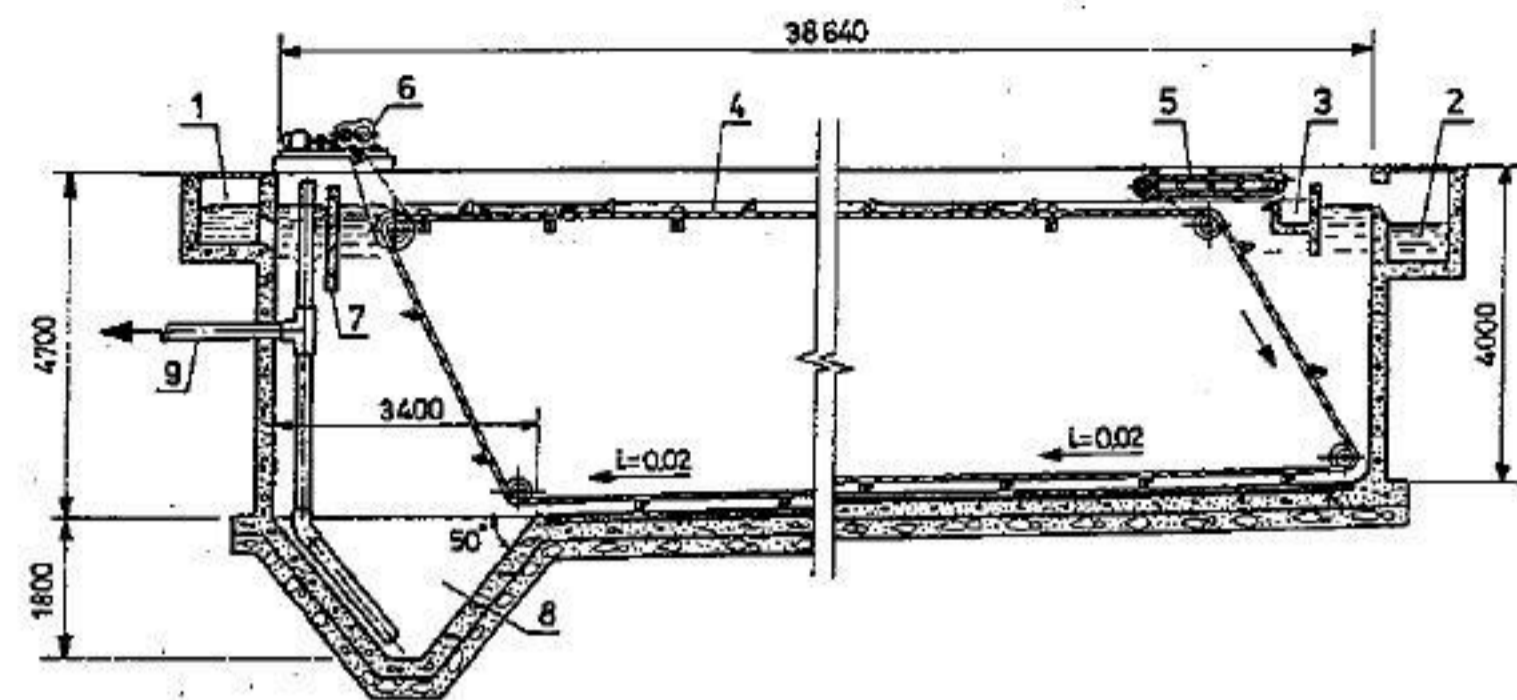
Chiều cao xây dựng của bể lắng ngang:

$$H_{XD} = H + h_1 + h_2 + h_3 = 3,2 + 0,4 + 0,4 + 0,35 = 4,35 \text{ m}$$

Trong đó: h₁ = Chiều cao lớp trung hòa, h₁ = 0,4m;
h₂ = Khoảng cách từ mực nước đến thành bể, h₂ = 0,4m;
h₃ = Chiều cao phần chứa cặn, m. Chiều cao này phụ thuộc vào lượng cặn và thời gian giữa hai lần xả cặn, h₃ = 0,35m.

Để tập trung bùn lắng về hố thu cặn ở đầu bể lắng ngang có thiết kế thiết bị gạt bùn cơ giới. Đáy bể được thiết kế với độ dốc i = 0,01 ÷ 0,02 ngược với hướng nước chảy. Bùn lắng từ hố tập trung nhờ ống xả có đường kính 150 ÷ 200mm, dưới áp lực thủy tĩnh 1,5m cột nước (TCXD-51-84) đưa đến bể mêtan để xử lý. Thời gian giữa 2 lần xả bùn lấy bằng 8h (Điều 6.5.8 - TCXD-51-84). Ở các ngăn của bể lắng đều có bố trí thiết bị xả cặn để phục vụ cho việc sửa chữa và làm vệ sinh được thuận lợi.

Hình 3-36 giới thiệu mặt cắt bể lắng ngang với thanh gạt bùn cơ giới.



HÌNH 3-36.

Sơ đồ cấu tạo bể lắng ngang với thanh gạt cơ giới.

1- Máng phân phối nước thải đầu bể; 2- Máng tập trung nước đã lắng; 3- Máng thu chất nổi; 4- Vòng xích với thanh gạt bùn; 5- Thiết bị gạt chất nổi; 6- Bộ phận truyền động; 7- Tấm chắn; 8- Hố tập trung cặn; 9- Ống xả cặn dưới áp lực thủy tĩnh.

Tốc độ lắng thực tế của hạt cặn lơ lửng trong bể lắng ngang đang chọn được tính theo công thức:

$$u = \frac{H}{3,6 \times t} = \frac{3,2}{3,6 \times 1,46} = 0,61 \text{ mm/s}$$

Trong đó: u = Tốc độ lắng của hạt cặn lơ lửng, mm/s;
H = Chiều sâu tính toán của vùng lắng, H = 3,2m;
t = Thời gian lắng thực tế theo kích thước đã chọn, t = 1,46h.

Hiệu suất lắng thực tế ứng với tốc độ lắng của hạt lơ lửng và hàm lượng ban đầu của chúng có thể lấy theo Bảng 3-27.

Ứng với u = 0,63mm/s và hàm lượng ban đầu của chất lơ lửng C_{uc} = 297,12 mg/L, hiệu suất lắng vào khoảng: E = 48%.

Hàm lượng chất lơ lửng trôi theo nước thải ra khỏi bể lắng đợt I sẽ là:

$$C_{II} = \frac{C_{uc}(100 - E)}{100} = \frac{297,12(100 - 48)}{100} = 154,5 \text{ mg/L}$$

BẢNG 3-27.

Hiệu suất lắng cặn lơ lửng của nước thải ở bể lắng đợt I

| Hiệu suất lắng E (%) | Tốc độ lắng, mm/s ứng với hàm lượng ban đầu của chất lơ lửng, mg/L | | | |
|-------------------------|--|------|------|-------|
| | 150 | 200 | 250 | ≥ 300 |
| 30 | 1,30 | 1,80 | 2,25 | 3,20 |
| 35 | 0,90 | 1,30 | 1,60 | 2,10 |
| 40 | 0,60 | 0,90 | 1,05 | 1,40 |
| 45 | 0,40 | 0,60 | 0,75 | 0,95 |
| 50 | 0,25 | 0,35 | 0,45 | 0,60 |
| 55 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,40 |
| 60 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 |

Như vậy, từ kết quả này cho thấy cần thực hiện làm thoáng sơ bộ để đảm bảo điều kiện: Hàm lượng chất lơ lửng trước khi dẫn đến công trình xử lý sinh học cần đạt ≤ 150 mg/L. Tính toán bể làm thoáng sơ bộ có thể tính tương tự như đã tính ở phương án I. Các thông số cơ bản phục vụ cho việc thiết kế bể làm thoáng sơ bộ trong phương án II vẫn giữ nguyên như ở phương án I.

Hàm lượng chất lơ lửng còn lại trong nước thải sau khi thực hiện làm thoáng sơ bộ và lắng với hiệu suất $E = 65\%$ (Phụ lục B) được tính theo công thức:

$$C_{II} = \frac{C_{lc} (100 - E)}{100} = \frac{297,12(100 - 65)}{100} = 104 \text{ mg/L}$$

Giá trị này thỏa mãn yêu cầu qui định: hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải dẫn đến công trình xử lý sinh học ≤ 150 mg/L.

Hàm lượng NOS_{20} sau khi làm thoáng sơ bộ và lắng giảm 35%, còn lại:

$$L_a = L_{lc} (1 - 0,35) = 213,86(1 - 0,35) = 139 \text{ mg/L}$$

Tổng thể tích ngăn chứa cặn của bể lắng ngang đợt I được tính theo công thức:

$$W_c = \frac{C_{lc} \times Q \times E \times t}{(100 - P) \times 1000 \times 1000} = \frac{297,12 \times 5804,38 \times 65 \times 8}{(100 - 95) \times 1000 \times 1000} = 179,36 \text{ m}^3$$

Trong đó: C_{lc} = Hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải hỗn hợp ra khỏi bể lắng cát, $C_{lc} = 297,12 \text{ mg/L}$;

Q = Lưu lượng trung bình giờ của 8 giờ làm việc trong ca dùng nước lớn nhất (ca 2), $Q = 5804,38 \text{ m}^3/\text{h}$;

E = Hiệu suất lắng tổng cộng sau khi làm thoáng sơ bộ và lắng, $E = 65\%$ (Phụ lục B);

T = Thời gian giữa 2 lần xả cặn, $t = 8 \text{ h}$ (Điều 6.5.8 - TCXD-51-84);

P = Độ ẩm của cặn tươi ở bể lắng đợt I, $P = 95\%$.

Thể tích ngăn chứa cặn của một đơn nguyên bể lắng ngang đợt I sẽ là:

$$W_1 = \frac{W_c}{n} = \frac{179,36}{12} = 14,95 \text{ m}^3$$

Ở đây: n là số đơn nguyên bể lắng, $n = 12$.

Sơ đồ bố trí bể lắng ngang theo kết quả tính toán ở cách tính thứ nhất được giới thiệu ở Hình 3-37.

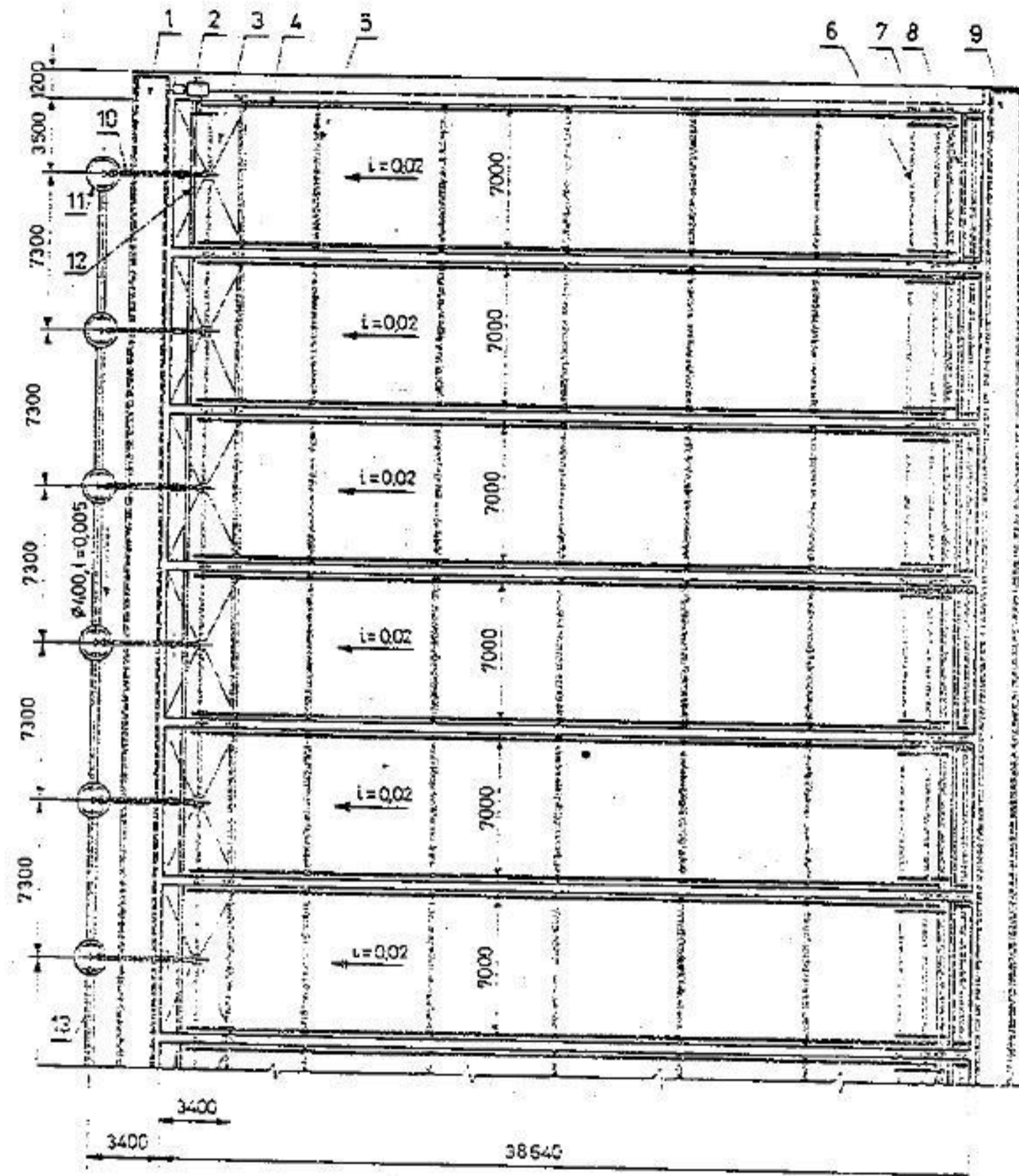
b) Tính toán bể lắng ngang (đợt I) theo phương pháp của Jukov.A.I

Phương pháp tính của Jukov A.I có xét đến một số các yếu tố sau đây:

- Vận tốc dòng chảy phân phối không đều theo toàn bộ chiều dài của bể lắng ngang;
- Chuyển động tương đối đều theo chiều dài bể lắng ngang chỉ đạt được ổn định tại vị trí cách đầu bể lắng một khoảng cách nào đó khi chiều cao lớp "hoạt động" trong bể đạt được độ sâu tính toán.

Sơ đồ tính toán bể lắng ngang theo phương pháp của Jukov. A.I. được giới thiệu ở Hình 3-38.

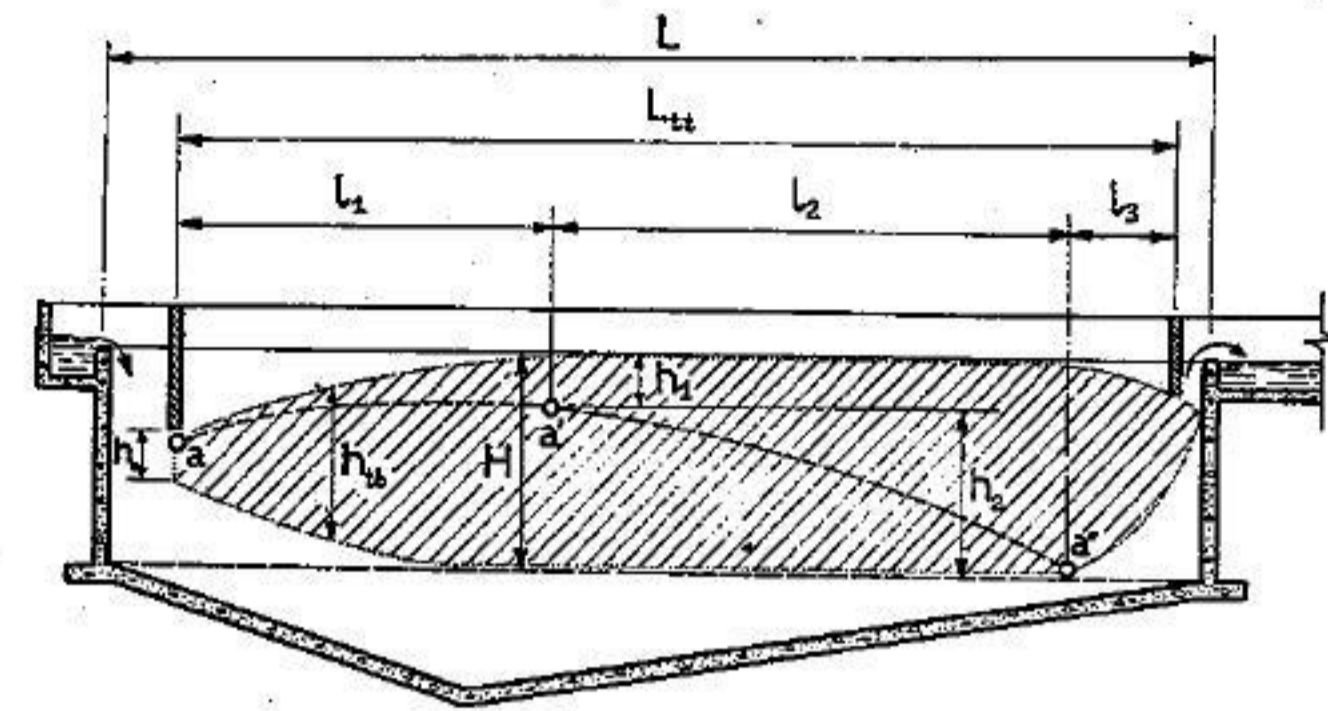
Ở đoạn đầu của bể lắng, vận tốc dòng chảy phân phối không đều theo chiều sâu của bể. Ở cách đầu bể lắng một đoạn L_1 , dòng chảy bắt đầu chuyển động đều theo diện tích tiết diện ướt của bể và đạt tới độ sâu tính toán. Ở đoạn L_2 , vận tốc dòng chảy thực tế đạt vận tốc trung bình tính toán v_{tb} của dòng chảy. Trong đoạn L_3 , do ảnh hưởng của dòng chảy tập trung sau khi lắng nên độ sâu tính toán của dòng chảy giảm và vận tốc thực tế lại tăng.



HÌNH 3-37.

Sơ đồ bố trí cụm bể lắng ngang.

1- Mương phân phối nước thải đầu bể; 2- Bộ phận truyền động; 3- Hồ tập trung cặn; 4- Vòng xích gạt cặn; 5- Tấm gạt cặn; 6- Trục truyền động; 7- Vòng xích gạt chất nổi; 8- Máng thu chất nổi; 9- Mương thu nước sau lắng; 10- Ống xả cặn thủy tĩnh; 11- Hồ van xả cặn; 12- Tấm chắn hướng dòng đầu bể; 13- Ống dẫn cặn tươi đến bể metan.



HÌNH 3-38.

Sơ đồ tính toán bể lắng ngang theo phương pháp của Jukov. A. I.

Độ sâu trung bình của lớp nước ở đoạn L_1 được tính theo công thức:

$$h_{tb} = \frac{H + h_0}{2,15} = \frac{2 + 0,25}{2,15} = 1,05 \text{ m}$$

Trong đó: H = Độ sâu lớp nước trong bể lắng ngang, $H = 1,5 \div 3,0\text{m}$. Lấy $H = 2,0\text{m}$;
 $h_0 = 2,0\text{m}$;

Chiều cao lớp nước chuyển động ở đầu bể lắng, $h_0 = 0,25\text{m}$.

Tốc độ dòng chảy ở đoạn L_1 :

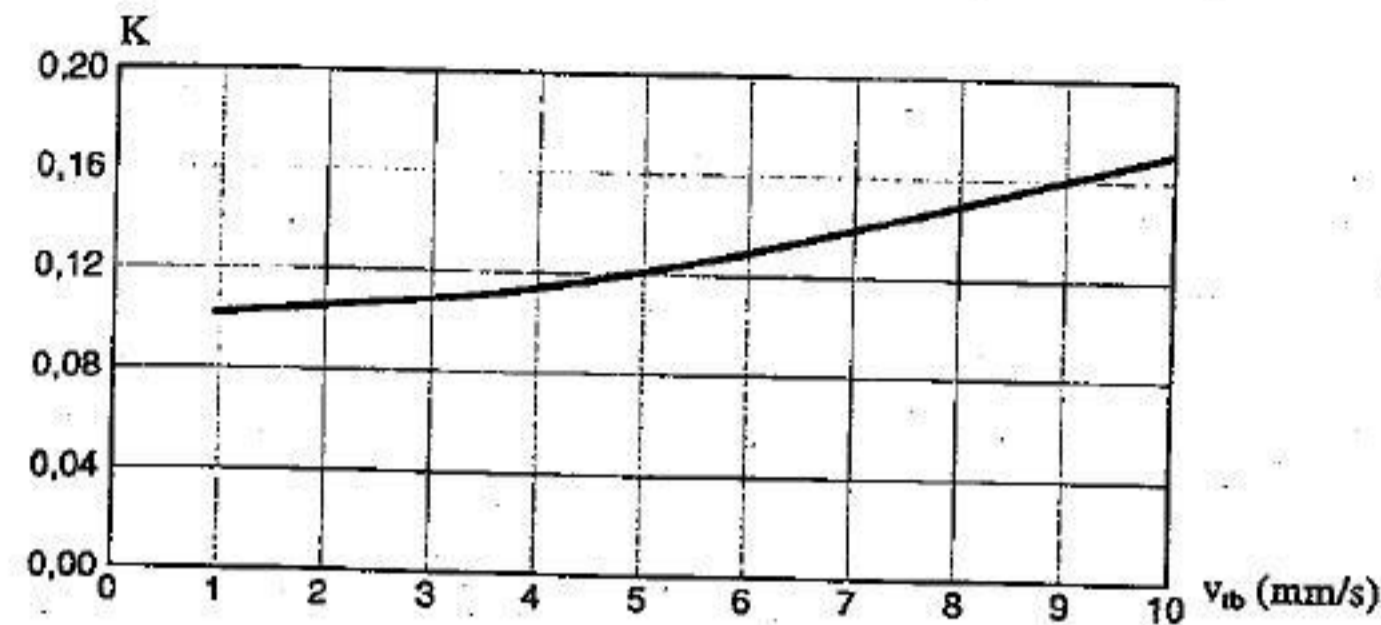
$$v_1 = v_{tb} \times \frac{H}{h_{tb}} = 8 \times \frac{2,0}{1,05} = 15,24 \text{ mm/s}$$

Trong đó: v_{tb} = Tốc độ lắng tính toán trung bình, $v_{tb} = 8\text{mm/s}$.

Khoảng cách L_1 (nơi chiều cao lớp nước đạt độ sâu tính toán $H = 2,0\text{m}$), được tính theo công thức:

$$L_1 = 1,15 \sqrt{\frac{H - h_0}{K}} = 1,15 \sqrt{\frac{2,0 - 0,25}{0,15}} = 8,2764 \approx 8,3\text{m}$$

Trong đó: K = Hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào v_{tb} của dòng chảy (Hình 3-39). Với $v_{tb} = 8\text{mm/s}$, ta có $K = 0,154$.



HÌNH 3-39.

Sự phụ thuộc của hệ số K vào v_{th} .

Thời gian nước chảy qua đoạn L_1 sẽ là:

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1} = \frac{8,3}{15,24} \times 1000 = 544,62 \text{ giây (hay 0,15 giờ)}$$

Sau thời gian này, cùng với dòng nước, hạt lơ lửng chuyển động từ a đến a' (Hình 3-37) và lắng được độ sâu h_1 :

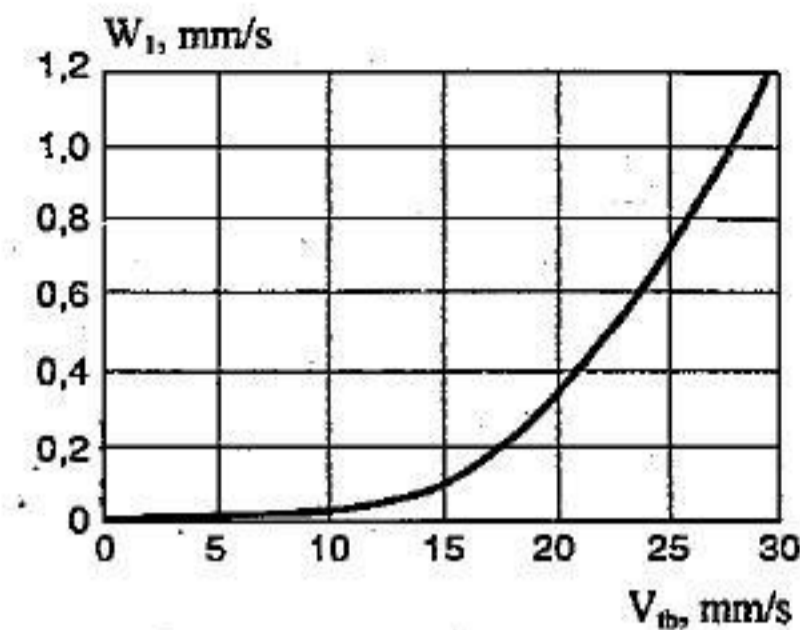
$$h_1 = t_1 \times u_1 = t_1 (u_0 - w_1) = 544,62 (0,3 - 0,08) = 119,82 \text{ mm} \approx 0,12 \text{ m}$$

Trong đó: u_0 = Tốc độ lắng của hạt lơ lửng trong nước khi đứng yên, $u_0 = 0,3 \text{ mm/s}$;
 u_1 = Tốc độ lắng của hạt lơ lửng khi nước chuyển động với vận tốc v_1 ;
 w_1 = Tốc độ thành phần đứng của dòng chảy ứng với v_{th} , mm/s lấy theo biểu đồ ở Hình 3-40. Với v_{th} ở đoạn L_1 (v_1) bằng $15,24 \text{ mm/s}$, ta có $w_1 = 0,08 \text{ mm/s}$.

Để hạt lơ lửng đi qua phần chiều sâu còn lại ($H - h_1$) ứng với quỹ đạo từ a' đến a'', cần thời gian t_2 :

$$t_2 = \frac{H - h_1}{u_2} = \frac{h_2}{u_0 - w_2} = \frac{2000 - 120}{0,3 - 0,012} = 6527,78 \text{ giây} \approx 1,813 \text{ h}$$

Trong đó: u_2 = Tốc độ lắng của hạt lơ lửng ứng với vận tốc trung bình của dòng chảy, $u_2 = 0,3 \text{ mm/s}$;
 w_2 = Tốc độ thành phần đứng ứng với $v_{th} = 8 \text{ mm/s}$, $w_2 = 0,012 \text{ mm/s}$ (Lấy theo biểu đồ ở Hình 3-40).



HÌNH 3-40.

Tốc độ thành phần đứng w_1 ứng với tốc độ trung bình ở đoạn L_1 , v_{th} (mm/s).

Với thời gian trên, hạt lơ lửng chuyển động được một đoạn dài L_2 :

$$L_2 = v_{th} \times t_2 = 0,008 \times 6527,78 = 52,22 \text{ m}$$

Về cuối bể lắng, độ sâu chuyển động của dòng chảy giảm nhưng vận tốc dòng chảy lại tăng. Chiều dài L_3 của đoạn có vận tốc dòng chảy tăng đó được tính theo công thức:

$$L_3 = \frac{H}{\text{tg} \beta} = \frac{2,0}{0,577} = 3,460 \approx 3,5 \text{ m}$$

Trong đó: β = Góc thu hẹp của dòng chảy khi nước thải sau khi lắng tập trung vào máng thu cuối bể; $\beta = 25 - 30^\circ$. Chọn $\beta = 30^\circ$.

Chiều dài tính toán của bể lắng ngang:

$$L_u = L_1 + L_2 + L_3 = 8,3 + 52,22 + 3,5 = 64,02 \text{ m}$$

Chiều rộng tổng cộng của bể lắng ngang:

$$B = \frac{Q_{\text{max.s}}}{v_{th} \times H} = \frac{1,981}{0,008 \times 2,0} = 123,81 \text{ m}$$

Từ kết quả tính toán, chọn kích thước bể lắng ngang như sau:

Chọn 14 ngăn, với bề ngang của mỗi ngăn $b = 9 \text{ m}$.

Hiệu suất lắng cần đạt được ở bể lắng ngang:

$$E = \frac{(C_{bh} - 150)}{C_{bh}} \times 100\% = \frac{(309,5 - 150)}{309,5} \times 100\% = 51,53\%$$

c) Tính toán bể lắng ngang theo cách thứ ba

Diện tích mặt thoáng của bể trên mặt bằng ứng với lưu lượng trung bình tính theo công thức:

$$F_1 = \frac{Q_{tb,ngđ}^{lc}}{L_1} = \frac{103980}{34} = 3058,23 \text{ m}^2$$

Trong đó: $Q_{tb,ngđ}^{lc}$ = Lưu lượng trung bình ngày, $Q_{tb,ngđ}^{lc} = 103980 \text{ m}^3/\text{ngày}$;

L_1 = Tải trọng thiết kế ứng với lưu lượng trung bình ngày, $L_1 = 34 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$ (xem bảng TK-4).

Diện tích mặt thoáng của bể trên mặt bằng ứng với lưu lượng lớn nhất tính theo công thức:

$$F_2 = \frac{Q_{max,ngđ}^{lc}}{L_2} = \frac{120780}{85} = 1420,94 \text{ m}^2$$

Trong đó: $Q_{max,ngđ}^{lc}$ = Lưu lượng lớn nhất ngày, $Q_{max,ngđ}^{lc} = 120780 \text{ m}^3/\text{ngày}$;

L_2 = Tải trọng thiết kế ứng với lưu lượng lớn nhất ngày, $L_2 = 85 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$ (xem bảng TK-4).

So sánh F_1 và F_2 , chọn $F = F_1 = 3058,23 \text{ m}^2$.

Thể tích của bể lắng ngang đợt I tính theo công thức:

$$V = F \times H = 3058,23 \times 3,6 = 11009,63 \text{ m}^3$$

Trong đó: F = Diện tích mặt bằng bể, $F = 3058,23 \text{ m}^2$;

H = Chiều cao công tác của bể, chọn $H = 3,6 \text{ m}$.

Kiểm tra lại thời gian lưu nước của bể lắng theo công thức:

$$t = \frac{V}{Q_{max-h}^{lc}} = \frac{11009,63}{7131,4} = 1,54 \text{ h}$$

Chiều dài vùng lắng chọn sao cho tỷ số $L : b$ lớn hơn $3 : 1$ và tính theo công thức:

$$L = \frac{F}{n \times b} = \frac{3058,23}{14 \times 6} = 36 \text{ m}$$

Trong đó: n = Số đơn nguyên công tác, $n = 14$;

b = Chiều rộng của mỗi đơn nguyên, $b = 6 \text{ m}$.

Chọn bể lắng ngang gồm 14 ngăn (14 đơn nguyên), kích thước công tác của mỗi ngăn là $L \times b = 36 \text{ m} \times 6 \text{ m}$. Thời gian lắng thực tế ứng với kích thước đã chọn là:

$$t = \frac{W}{Q_{max-h}^{lc}} = \frac{L \times b \times H \times n}{Q_{max-h}^{lc}} = \frac{36 \times 6 \times 3,6 \times 14}{7131,4} = 1,526 \text{ h}$$

Chiều cao xây dựng của bể lắng ngang tính theo công thức:

$$H_{xd} = H + h_1 + h_2 + h_3 = 3,6 + 0,3 + 0,4 + 0,3 = 4,6 \text{ m}$$

Trong đó: H = Chiều cao công tác của bể lắng ngang, $H = 3,6 \text{ m}$;

h_1 = Chiều cao lớp trung hòa, $h_1 = 0,3 \text{ m}$;

h_2 = Khoảng cách từ mực nước đến thành bể, $h_2 = 0,4 \text{ m}$;

h_3 = Chiều cao phần chứa cặn, $h_3 = 0,3 \text{ m}$.

Tính toán aerôten kết hợp với bể lắng đợt II

Aerôten - lắng đợt II là công trình kết hợp thực hiện hai chức năng:

(1) Oxy hóa sinh hóa các chất bẩn hữu cơ có mặt trong nước thải (quá trình bùn hoạt tính) ở ngăn aerôten; và

(2) Lắng bùn hoạt tính ở ngăn lắng, tương tự như bể lắng đợt II.

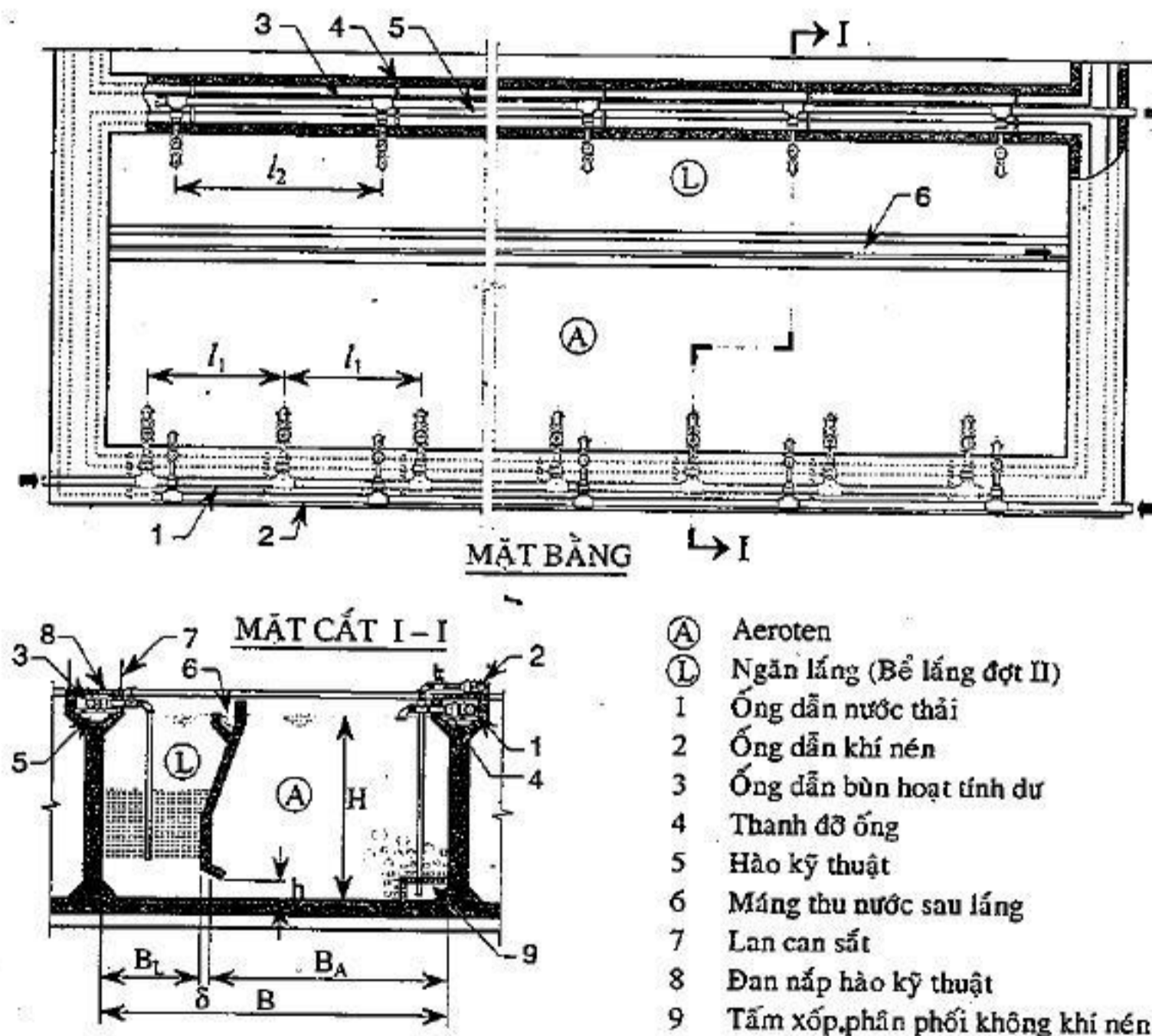
Sơ đồ nguyên lý cấu tạo của Aerôten kết hợp bể lắng đợt II được giới thiệu ở Hình 3-41.

Đối với loại công trình này, nước thải được phân phối dọc theo chiều dài bể nên tốc độ oxy hóa sinh hóa được thực hiện một cách điều hòa hơn.

Thời gian làm thoáng (thổi khí) nước thải trong ngăn Aerôten (ngăn oxy hóa sinh hóa A) được tính theo công thức:

$$t = \frac{L_a - L_t}{a(1-s)\rho} = \frac{139 - 15}{3,4 \times (1 - 0,3) \times 18} = 2,894 \text{ h}$$

Trong đó: L_a = Hàm lượng NOS_{20} của nước thải vào ngăn aerôten, $L_a = 139 \text{ mg/L}$;
 L_t = Hàm lượng NOS_{20} của nước thải sau xử lý, $L_t = 15 \text{ mg/L}$;
 a = Liều lượng bùn hoạt tính, tính bằng g/L. Đối với nước thải sinh hoạt, trị số a có thể lấy theo Bảng 3-28 (theo Điều 6.15.5 - TCXD-51-84); $a = 3,4 \text{ g/l}$;
 s = Độ tro của bùn, đối với nước thải sinh hoạt có thể lấy $s = 0,3$;
 ρ = Tốc độ oxy hóa, mgNOS_{20} của 1 gam chất không tro của bùn trong 1 giờ. ρ có thể lấy theo Bảng 3-29 (TCXD-51-84), $\rho = 18 \text{ mgNOS}_{20}/\text{g}$.



HÌNH 3-41.
Sơ đồ nguyên lý cấu tạo của Aerôten kết hợp Lắng II.

BẢNG 3-28.
Liều lượng bùn của các kiểu aerôten ứng với hàm lượng NOS_{20} của nước thải

| NOS ₂₀ của nước thải (mg/L) | Liều lượng bùn (g/L) ứng với loại bể aerôten | | |
|--|--|--------------------------|--------------------------------------|
| | Aerôten không có bể tái sinh bùn hoạt tính | Aerôten - Bể lắng đợt II | Aerôten có bể tái sinh bùn hoạt tính |
| 100 | 1,2 | 3 | - |
| 101 ÷ 150 | 1,5 | 3,4 | - |
| 151 ÷ 200 | 1,8 | 3,7 | - |
| > 200 | 1,8 ÷ 3 | 4 ÷ 5 | a ÷ a _{th} |

Ghi chú: a_{th} - xác định theo phụ lục G (Tiêu chuẩn Xây dựng - TCXD-51-84).

BẢNG 3-29.
Giá trị ρ , $\text{mgNOS}_{20}/\text{g.h}$

| NOS ₂₀ của nước thải đưa vào aerôten (mg/L) | Giá trị ρ ($\text{mgNOS}_{20}/\text{g.h}$) ứng với NOS ₂₀ của nước thải sau xử lý, L_t (mg/L) | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|------|
| | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | ≥ 50 |
| 1. Aerôten không tái sinh bùn khi $a \leq 1,8 \text{ g/L}$: | | | | | | |
| 100 | 20 | 22 | 24 | 27 | 35 | 47 |
| 200 | 22 | 24 | 28 | 32 | 42 | 57 |
| 2. Aerôten không tái sinh khi $a > 1,8 \text{ g/L}$ và có tái sinh: | | | | | | |
| 150 | 18 | 21 | 23 | 26 | 33 | 45 |
| 200 | 20 | 23 | 26 | 29 | 37 | 50 |
| 300 | 22 | 26 | 30 | 34 | 44 | 60 |
| 400 | 23 | 28 | 33 | 38 | 53 | 73 |
| ≥ 500 | 24 | 29 | 35 | 41 | 58 | 82 |

Thời gian làm thoáng tính theo công thức trên ứng với nhiệt độ trung bình năm của nước thải bằng 15°C. Trong trường hợp đang xét, nước thải có nhiệt độ t_1 nên thời gian làm thoáng phải nhân với $(15^\circ/t_1)$.

Do đó với $t_1 = 25^\circ\text{C}$ ta có:

$$t = 2,894 \times \frac{15}{25} = 1,736 \text{ h}$$

Để bảo đảm cho Aerôten - Bể lắng đợt II làm việc bình thường và ổn định, thời gian làm thoáng được tăng thêm 2h. Khi đó:

$$t = 1,736 + 2 = 3,736 \text{ h}$$

Tổng thể tích của ngăn Aerôten được tính theo công thức:

$$W_A = Q_{tb} \times t = 6608,3 \times 3,736 = 24688,61 \text{ m}^3$$

Trong đó: Q_{tb} = Lưu lượng trung bình của nước thải (m^3/h) qua thời gian thổi khí 4h từ 8 đến 11 giờ sáng (lấy theo Bảng 3-2):

$$Q = \frac{(6471,4 + 7131,4 + 6721,4 + 6109,0)}{4} = 6608,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Chiều dài tổng cộng của bể được xác định theo công thức:

$$L = \frac{W_A}{H \times B_A} = \frac{24688,61}{4 \times 8} = 771,52 \text{ m}$$

Trong đó: H = Độ sâu công tác của bể, $H = 3 \div 6 \text{ m}$ (Điều 6.15.13 - TCXD-51-84), chọn $H = 4 \text{ m}$;

B_A = Chiều rộng của một ngăn aerôten, chọn bằng 8 m .

Số ngăn của bể, $n = 10$;

Chiều dài mỗi ngăn:

$$l = \frac{L}{n} = \frac{771,52}{10} = 77,152 \text{ m} \approx 77,2 \text{ m}$$

Chiều rộng tính toán của ngăn lắng được tính theo công thức:

$$B_L = \frac{Q_{\max, s}}{n \times H \times v_1} = \frac{1,981}{10 \times 4 \times 0,01} = 4,9525 \text{ m} \approx 5 \text{ m}$$

Trong đó: $Q_{\max, s}$ = Lưu lượng lớn nhất giây, $Q_{\max, s} = 1,981 \text{ m}^3/\text{s}$;

H = Độ sâu lớp nước trong ngăn lắng, lấy bằng độ sâu lớp nước trong aerôten: $H = 4 \text{ m}$;

v_1 = Tốc độ dòng chảy trong ngăn lắng (dạng bể lắng ngang), $v_1 = 5 \div 10 \text{ mm/s}$ (Điều 6.5.4 - TCXD-51-84). Chọn $v_1 = 10 \text{ mm/s}$, hay $v_1 = 0,01 \text{ m/s}$;

n = Số đơn nguyên của ngăn lắng, lấy bằng số đơn nguyên của aerôten: $n = 10$.

Khoảng cách h từ gờ dưới của tường ngăn đến đáy bể được tính theo công thức:

$$h = \frac{Q_{\max, s}}{n \times L \times v_2} = \frac{1,981}{10 \times 77,2 \times 0,0035} = 0,733 \text{ m}$$

Trong đó: v_2 = Tốc độ chuyển động của nước thải qua khe hở ứng với lưu lượng lớn nhất, $v_2 = 3,5 \div 4 \text{ mm/s}$. Chọn $v_2 = 3,5 \text{ mm/s} = 0,0035 \text{ m/s}$.

Lưu lượng riêng của không khí (lượng không khí cần thiết cho 1 m^3 nước thải, còn gọi lưu lượng không khí đơn vị) được xác định theo công thức (Điều 6.15.10 - TCXD-51-84):

$$D = \frac{Z(L_a - L_t)}{K_1 \times K_2 \times n_1 \times n_2 (C_p - C)}$$

Trong đó: D = Lưu lượng riêng của không khí, m^3/m^3 ;

Z = Lưu lượng oxy của không khí, tính bằng $\text{mg}/\text{mgNOS}_{20}$ và được xác định như sau:

- Khi xử lý hoàn toàn : $Z = 1,1 \text{ mg}/\text{mg}$;
- Khi xử lý không hoàn toàn : $Z = 0,9 \text{ mg}/\text{mg}$.

K_1 = Hệ số tính đến kiểu thiết bị phân tán không khí. Đối với thiết bị phân tán khí dạng tạo bọt khí nhỏ, hệ số K_1 được xác định theo Bảng 3-30 (Điều 6.15.10 - TCXD-51-84);

K_2 = Hệ số phụ thuộc vào độ sâu đặt thiết bị phân tán không khí, lấy theo Bảng 3-31.

n_1 = Hệ số tính đến ảnh hưởng của nhiệt độ của nước thải được xác định theo công thức:

$$n_1 = 1 + 0,02 (t_{th} - 20^\circ) = 1 + 0,02 (28 - 20) = 1,16$$

Ở đây: t_{th} = Nhiệt độ trung bình của nước thải trong những tháng hè, $t_{th} = 28^\circ \text{C}$;

n_2 = Hệ số tính đến quan hệ giữa tốc độ hòa tan của oxy vào hỗn hợp nước thải và bùn với tốc độ hòa tan của oxy trong nước sạch (n_2 còn được gọi là hệ số chất lượng nước) lấy như sau:

- Đối với nước thải sinh hoạt, $n_2 = 0,85$;
- Đối với nước thải sinh hoạt có chứa chất hoạt tính bề mặt lấy theo Bảng 3-32;

C_p = Độ hòa tan của oxy không khí trong nước, mg/L được xác định theo công thức:

$$C_p = C_1 \left(1 + \frac{h}{20,6} \right) = 38 \left(1 + \frac{4}{20,6} \right) = 45,38 \text{ mg}/\text{L}$$

Ở đây: C_1 = Độ hòa tan của oxy trong nước (mg/L) phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất lấy theo bảng tính độ hòa tan của oxy của khí quyển trong nước (Bảng 3-33);

h = Độ sâu đặc thiết bị phân tán không khí, $h = 4$ m;

C = Nồng độ trung bình của oxy trong ngăn aerôten, lấy bằng 2mg/L.

BẢNG 3-30.

Hệ số K_1 ứng với tỷ số giữa diện tích vùng được thổi khí F_1 và diện tích ngăn aerôten F

| | | | | | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| F_1/F | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,75 | 1,0 |
| K_1 | 1,34 | 1,47 | 1,68 | 1,89 | 1,94 | 2,0 | 2,13 | 2,3 |
| I_{max} ($m^3/m^2.h$) | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 75 | 100 |

Ghi chú: I_{max} - Cường độ làm thoáng lớn nhất, $m^3/m^2.h$.

Với tỷ số F_1/F được lựa chọn là 0,4 và ứng với $I_{max} = 40m^3/m^2.h$, ta có $K_1 = 1,94$.

BẢNG 3-31.

Giá trị K_2 ứng với độ sâu h đặt thiết bị phân tán không khí (m)

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| h (m) | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| K_2 | 0,40 | 0,46 | 0,60 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 2,08 | 2,52 | 2,92 | 3,3 |
| I_{min} | 48 | 42 | 38 | 32 | 28 | 24 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 |

Ghi chú: I_{min} - Cường độ làm thoáng nhỏ nhất.

Chọn $h = 4$ m, khi đó $K_2 = 2,52$ ứng với $I_{min} = 3,5m^3/m^2.h$.

BẢNG 3-32.

Trị số n_2 ứng với tỷ số F_1/F

| | | | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| F_1/F | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,75 | 1,00 |
| n_2 | 0,59 | 0,61 | 0,64 | 0,66 | 0,72 | 0,77 | 0,88 | 0,99 |

Với $F_1/F = 0,4$ như đã chọn, $n_2 = 0,72$.

BẢNG 3-33.

Độ hòa tan của oxy trong nước ở áp suất khí quyển (760mmHg)

| | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| Nhiệt độ của nước, °C | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Độ hòa tan của O_2 , mg/L | 54,3 | 44,3 | 37,2 | 32,9 | 27,8 |

Ứng với nhiệt độ 28°C, $C_1 = 38,0$ mg/L.

Từ đó tính được trị số lưu lượng riêng của không khí (D) như sau:

$$D = \frac{Z(L_a - L_t)}{K_1 \times K_2 \times n_1 \times n_2 (C_p - C)} = \frac{1,1 \times (139 - 15)}{1,94 \times 2,52 \times 1,16 \times 0,72 (45,38 - 2)} = 0,77 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Cường độ làm thoáng, $m^3/m^2.h$ được tính theo công thức:

$$I = \frac{D \times H}{t} = \frac{0,77 \times 4}{3,736} = 0,824 \text{ m}^3/\text{m}^2.h$$

Với điều kiện như sau:

- 1- Khi $I > I_{max}$ (xác định theo giá trị K_1 đã lấy) thì phải tăng thêm diện tích vùng làm thoáng F_1 ;
- 2- Nếu $I < I_{min}$ (xác định theo giá trị K_2 đã lấy) thì phải tăng thêm lưu lượng không khí để đạt được bằng I_{min} .

Kết quả tính toán cho thấy $I = 0,824 < I_{min} = 3,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.h$ nên cần phải tăng thêm lưu lượng không khí để đạt được I_{min} . Khi đó:

$$D = \frac{I_{min} \times t}{H} = \frac{3,5 \times 3,736}{4} = 3,269 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Lượng không khí tổng cộng được tính theo công thức:

$$V = D \times Q = 3,269 \times 6608,3 = 21602,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Việc phân phối đều không khí trong lớp nước ở ngăn làm thoáng có ý nghĩa quan trọng để bảo đảm quá trình oxy hóa sinh hóa xảy ra với hiệu quả cần thiết.

Khi chọn thiết bị phân tán không khí dạng tạo bọt khí nhỏ thường sử dụng các tấm xếp. Không khí được bơm qua các ống chính đến ống đứng tới máng có lát các tấm hỗn hợp keramdit - oxyt nhôm (và bằng một số vật liệu khác...).

Số lượng các tấm xếp được tính theo công thức:

$$N = \frac{V \times 1000}{60 \times d} = \frac{21602,5 \times 1000}{60 \times 120} = 3000 \text{ tấm}$$

Trong đó: d = Lưu lượng đơn vị của không khí. Đối với tấm xốp kích thước $0,3 \times 0,3 \times 0,04\text{m}$, $d = 80 \div 120 \text{ L/phút}$. Chọn $d = 120 \text{ L/phút}$.

Số lượng tấm xốp của một ngăn bể:

$$n_1 = \frac{N}{n} = \frac{3000}{10} = 300 \text{ tấm}$$

Các tấm xốp được bố trí thành hai hàng, mỗi hàng gồm: $300 : 2 = 150$ tấm.

Dùng tấm xốp để phân tán không khí có ưu điểm hơn so với dùng ống có lỗ và hệ số sử dụng không khí lớn hơn đến 1,75 lần. Tuy nhiên chúng cũng có nhược điểm là các chất ô nhiễm, bụi trong không khí, vi sinh vật phát triển có thể làm bít các lỗ rỗng của tấm xốp, làm tăng tổn thất áp lực. Do vậy, cần tiến hành hoàn nguyên các tấm xốp đó định kỳ bằng cách tháo gỡ, cọ sạch hoặc dùng axit clohydric 30% để tẩy sạch.

Còn việc phân phối nước thải vào ngăn làm thoáng được thực hiện bằng đường ống phân phối đặt dọc theo chiều dài của ngăn bể (hoặc bằng mương dẫn chạy dọc theo chiều dài bể và dùng các ống nhánh để phân phối nước vào bể). Khoảng cách giữa các vòi phân phối nước thải lấy bằng 2 lần chiều ngang của bể:

$$L_1 = 2B = 2 \times 8 = 16\text{m}$$

Bùn hoạt tính ở ngăn lắng (như bể lắng đợt II) cũng được thực hiện bằng các đường ống hút bùn (do máy bơm bùn) đặt cách nhau một khoảng $L_2 = 20\text{m}$ dọc theo chiều dài.

Thể tích bùn hoạt tính sinh ra trong ngăn lắng được tính theo công thức:

$$W_b = \frac{b \times Q \times 100}{(100 - P) \times 1000 \times 1000} = \frac{160 \times 6608,3 \times 100}{(100 - 99,4) \times 1000 \times 1000} = 176,22 \text{ m}^3/\text{h}$$

Trong đó: b = Lượng bùn hoạt tính dư, lấy theo Bảng 3-34: ứng với $\text{NOS}_{20} = 15 \text{ mg/L}$ có $b = 160 \text{ g/m}^3$;

P = Độ ẩm của bùn hoạt tính dư, $P = 99,4\%$.

BẢNG 3-34.

Lượng bùn hoạt tính dư khi xử lý sinh học hoàn toàn ở aerôten phụ thuộc vào NOS_{20} sau xử lý

| NOS_{20} sau xử lý, mg/L | 15 | 20 | 25 |
|---|-----|-----|-----|
| Lượng bùn hoạt tính dư (b) tính bằng g chất khô/ m^3 chất lỏng | 160 | 200 | 220 |

Tính toán bể nén bùn (kiểu lắng đứng)

Bùn hoạt tính dư ở ngăn lắng có độ ẩm cao (99,4%) cần thực hiện quá trình nén bùn để đạt độ ẩm thích hợp (96 ÷ 97%) cho quá trình chế biến cặn ở bể mêtan. Nhiệm vụ của bể nén bùn là làm giảm độ ẩm của bùn hoạt tính dư. 50% lượng bùn hoạt tính từ ngăn lắng được tuần hoàn trở lại bể làm thoáng sơ bộ, 50% còn lại sẽ được dẫn đến bể nén bùn. Ở phương án thứ hai này, chọn bể nén bùn dạng bể lắng đứng để tính toán thiết kế. Sơ đồ cấu tạo của bể nén bùn được giới thiệu ở Hình 3-42.

Tính toán bể nén bùn đứng được tính theo cách khác so với phương án I và gồm các nội dung sau đây:

Lượng bùn hoạt tính dư dẫn đến bể nén bùn:

$$q_{bd} = 0,5 \times W_b = 0,5 \times 176,22 = 88,11 \text{ m}^3/\text{h}$$

Diện tích hữu ích của bể nén bùn đứng được xác định theo công thức:

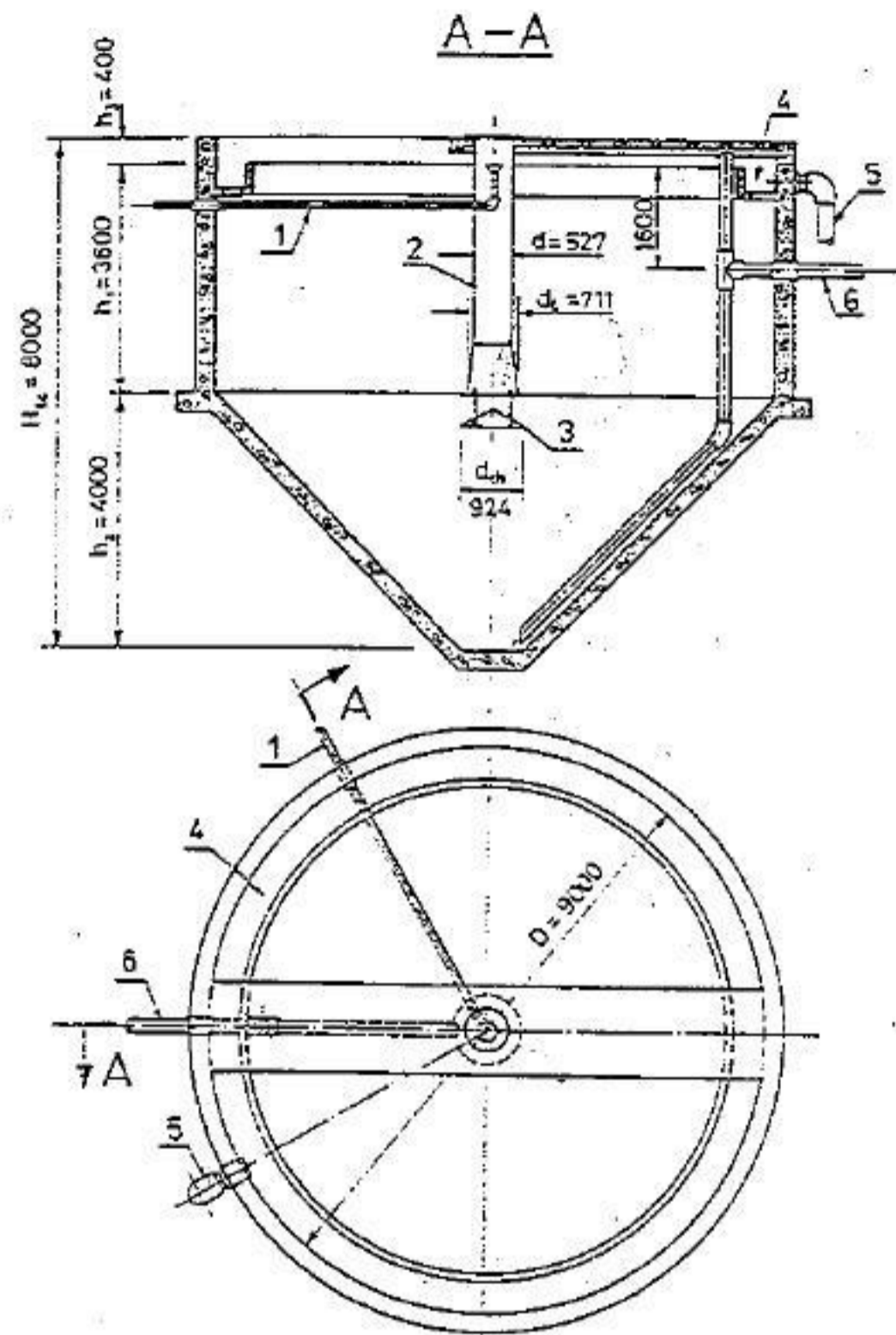
$$F = \frac{q_{bd}}{v_1} = \frac{88,11 \times 1000}{0,1 \times 3600} = 244,75 \text{ m}^2$$

Trong đó: q_{bd} = Lưu lượng bùn hoạt tính dư dẫn vào bể nén bùn, $q_{bd} = 88,11 \text{ m}^3/\text{h}$;
 v_1 = Tốc độ chảy của chất lỏng ở vùng lắng trong bể nén bùn kiểu lắng đứng, lấy theo Điều 6.10.3 - TCXD-51-84: $v_1 = 0,1 \text{ mm/s}$.

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

$$F_2 = \frac{q_{bd}}{v_2} = \frac{88,11 \times 1000}{28 \times 3600} = 0,874 \text{ m}^2$$

Trong đó: v_2 = Tốc độ chuyển động của bùn trong ống trung tâm, $v_2 = 28 \div 30 \text{ mm/s}$, chọn $v_2 = 28 \text{ mm/s}$.



HÌNH 3-42.

Sơ đồ cấu tạo bể nén bùn (dạng bể lắng đứng).

1- Ống dẫn bùn hoạt tính dư vào bể; 2- Ống trung tâm; 3- Tấm hút; 4- Máng vòng thu nước; 5- Ống dẫn nước ra; 6- Ống xả cặn.

Diện tích tổng cộng của bể nén bùn đứng:

$$F = F_1 + F_2 = 244,75 + 0,874 = 245,624 \text{ m}^2$$

Chọn 4 bể nén bùn đứng, diện tích mỗi bể sẽ là:

$$F' = \frac{F}{4} = \frac{245,624}{4} = 61,406 \text{ m}^2$$

Đường kính của bể nén bùn:

$$D = \sqrt{\frac{4F'}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 61,406}{3,14}} = 8,842 \approx 9 \text{ m}$$

Đường kính ống trung tâm:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,874}{3,14 \times 4}} = 0,527 \text{ m}$$

Đường kính phần loe của ống trung tâm:

$$d_1 = 1,35 d = 1,35 \times 0,527 = 0,711 \text{ m}$$

Đường kính tấm chắn (xem Hình 3-42):

$$d_{ch} = 1,3 d_1 = 1,3 \times 0,711 = 0,924 \text{ m}$$

Chiều cao phần lắng của bể nén bùn đứng được tính theo công thức:

$$H_l = v_1 \times t \times 3600 = 0,0001 \times 10 \times 3600 = 3,6 \text{ m}$$

Trong đó: t - Thời gian lắng bùn lấy theo Bảng 3-13, t = 10h.

Chiều cao phần hình nón với góc nghiêng 45°, đường kính bể D = 9m và đường kính của đỉnh đáy bể: 1,0m sẽ bằng:

$$h_2 = \frac{D}{2} - \frac{1,0}{2} = 4 \text{ m}$$

Chiều cao phần bùn hoạt tính đã nén được tính theo công thức:

$$h_b = h_2 - h_0 - h_{th} = 4,0 - 0,4 - 0,3 = 3,3 \text{ m}$$

Trong đó: h₀ = Khoảng cách từ đáy ống loe đến tâm tấm chắn, h₀ = 0,25 ÷ 0,5m, lấy h₀ = 0,4m;

h_{th} = Chiều cao lớp trung hòa, h_{th} = 0,3m.

Chiều cao tổng cộng của bể nén bùn được tính theo công thức:

$$H_{tc} = h_1 + h_2 + h_3 = 3,6 + 4,0 + 0,4 = 8 \text{ m}$$

Trong đó: h₃ = Khoảng cách từ mực nước trong bể nén bùn đến thành bể, h₃ = 0,4m.

Nước tách ra trong quá trình nén bùn được dẫn trở lại bể aerôten để tiếp tục xử lý.

Tính toán bể mêtan

Các loại cặn được xử lý ở bể mêtan bao gồm: cặn tươi từ bể lắng đợt I, bùn hoạt tính dư sau khi đã nén đến độ ẩm thích hợp, rác đã nghiền nhỏ.

Bể mêtan được tính toán như đã tính ở phương án I.

Tính toán thiết bị làm khô cặn bằng phương pháp cơ học

Đối với trạm xử lý nước thải có công suất tương đối lớn, việc làm khô cặn ở sân phơi bùn không phải lúc nào cũng thực hiện được, bởi vì:

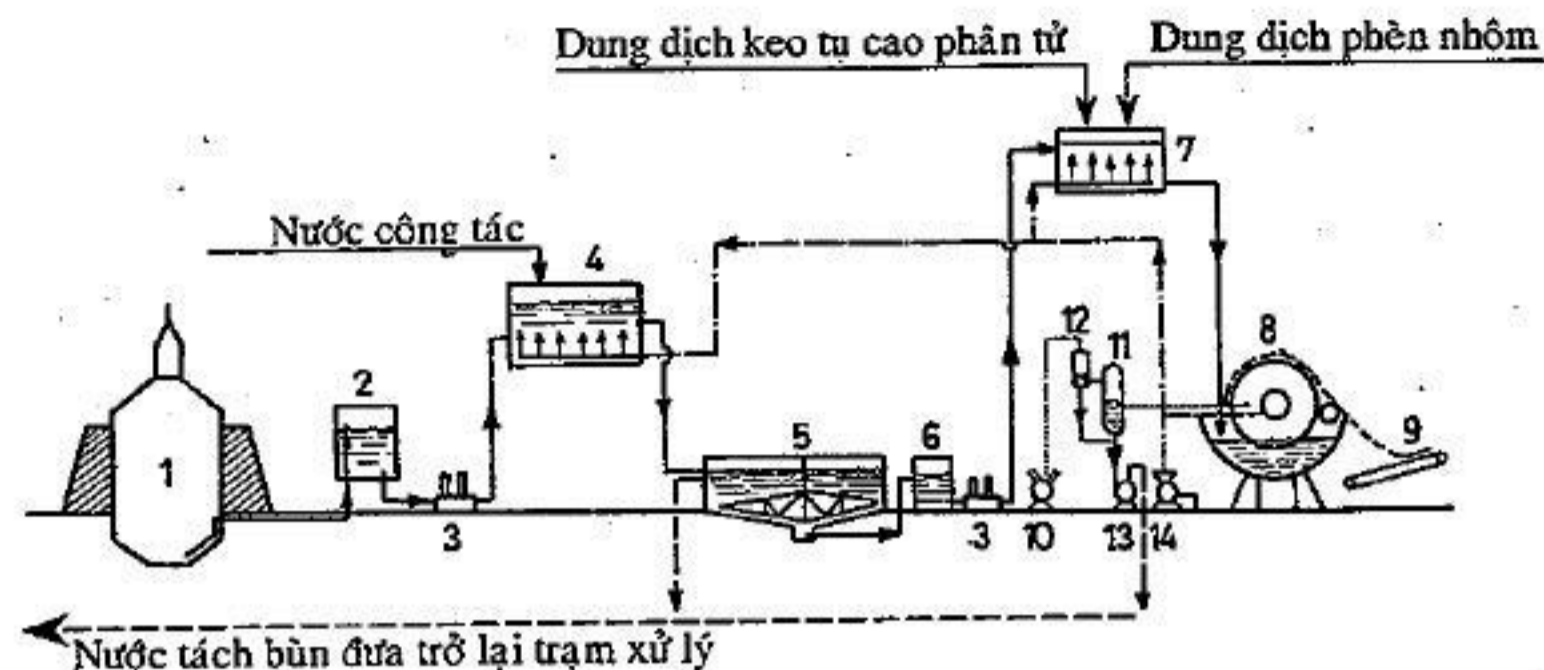
- Một là sân phơi bùn chiếm diện tích quá lớn;
- Hai là có thể có các mùi hôi thối đặc trưng, ruồi nhặng phát triển có khả năng gây ô nhiễm môi trường xung quanh.

Trong phương án II này, chọn phương pháp làm khô cặn bằng lọc chân không để tính toán thiết kế (ngoài lọc chân không, quá trình làm khô cặn bằng phương pháp cơ học còn có thể được tiến hành trên thiết bị li tâm, máy lọc ép băng tải, máy lọc khung bản v.v...).

Hình 3-43 giới thiệu sơ đồ công nghệ làm khô cặn bằng phương pháp lọc chân không.

Nội dung tính toán hệ thống làm khô cặn bằng lọc chân không gồm các phần sau:

- Lượng cặn cần làm khô để đạt độ ẩm từ 97 ÷ 98% (cặn từ bể mêtan) đến độ ẩm sau lọc chân không là 80%;
- Lựa chọn thiết bị lọc chân không;
- Tính toán thiết bị rửa cặn;
- Tính toán bể nén cặn;
- Tính toán bể đông tụ cặn.



HÌNH 3-43.

Sơ đồ công nghệ làm khô cặn bằng lọc chân không.

1- Bể mêtan; 2- Ngăn định lượng; 3- Bơm bùn (bơm pistông); 4- Bể chứa nước để rửa cặn; 5- Bể nén cặn; 6- Bể tiếp nhận; 7- Ngăn keo tụ; 8- Thiết bị lọc chân không (Bể lọc chân không); 9- Băng tải chuyển bùn đã nén; 10- Bơm chân không; 11 và 12- Các bình chứa; 13- Máy bơm để đưa phần nước lọc về trạm xử lý; 14- Trạm khí nén.

a) Tính lượng cặn cần làm khô đến độ ẩm 80%

Lượng cặn cần làm khô là tổng lượng cặn: cặn tươi từ bể lắng đợt I, bùn hoạt tính dư sau khi nén, rác đã nghiền nhỏ và cặn xả từ bể tiếp xúc: $W = 680,31 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$ (như đã tính toán trong phương án I ở phần sân phơi bùn).

Thể tích cặn đã làm khô từ độ ẩm $P_1 = 97\%$ đến độ ẩm sau khi lọc chân không $P_2 = 80\%$ được tính theo công thức:

$$W_k = W \frac{100 - P_1}{100 - P_2} = 680,31 \frac{100 - 97}{100 - 80} = 120 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$$

b) Chọn thiết bị lọc chân không

Diện tích công tác của thiết bị lọc chân không được tính theo công thức:

$$W_k = \frac{W(100 - P_1) \times 1000}{t \times q \times 100} = \frac{680,31 \times (100 - 97) \times 1000}{20 \times 20 \times 100} = 51,02 \text{ m}^2$$

Trong đó: t = Thời gian làm việc của thiết bị lọc chân không trong ngày đêm, chọn $t = 20h$;
 q = Công suất của thiết bị lọc chân không, có thể lấy theo Bảng 3-35, chọn $q = 20 \text{ kg/m}^2 \cdot h$.

Đại lượng (giá trị) chân không khi thực hiện lọc chân không lấy trong khoảng $300 \div 500 \text{ mmHg}$, áp suất không khí nén thổi vào cặn $0,2 \div 0,3 \text{ kg/cm}^2$.

Công suất của các bơm chân không được xác định dựa vào điều kiện:

- Lưu lượng của không khí $0,5 \text{ m}^3/\text{phút}$ trên 1 m^2 diện tích lọc, có ý nghĩa là: công suất bơm chân không trong trường hợp đang xét: $W_1 = 0,5 \times 20 = 10 \text{ m}^3/\text{phút}$;
- Lưu lượng không khí nén $0,1 \text{ m}^3/\text{phút}$ trên 1 m^2 diện tích lọc, cần chọn bơm chân không có công suất: $W_2 = 0,1 \times 20 = 2 \text{ m}^3/\text{phút}$.

Từ kết quả tính toán đó, lựa chọn loại máy bơm chân không thích hợp.

c) Tính toán thiết bị rửa cặn

Trước khi làm ráo nước trong cặn (làm khô cặn) ở thiết bị lọc chân không (hoặc lọc ép) cần thực hiện rửa cặn bằng nước thải đã xử lý. Lượng nước rửa q_r được lấy như sau:

- Đối với cặn lên men từ bể lắng đợt I: $q_r = 1 \div 1,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$;
- Đối với hỗn hợp cặn tươi và bùn hoạt tính dư đã nén trong điều kiện lên men ăm: $q_r = 2 \div 3 \text{ m}^3/\text{m}^3$;
- Như trên trong điều kiện lên men nóng: $q_r = 3 \div 4 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

Từ diện tích tính toán thu được, lựa chọn thiết bị lọc chân không thích hợp theo catalogue với các đặc tính kỹ thuật tương ứng. Ví dụ, thiết bị lọc chân không sản xuất từ nước ngoài kiểu BOY được giới thiệu ở Bảng 3-36.

Nếu có thể nhập các loại thiết bị lọc chân không mã hiệu tương tự nêu trên (hoặc chủng loại khác tương ứng), khi đó (ví dụ) chọn 3 thiết bị lọc chân không (3 công tác) và 1 dự phòng mã hiệu BOY 20-2,6 với diện tích lọc công tác 20 m^2 .

BẢNG 3-35.

Công suất của thiết bị lọc chân không, thiết bị lọc ép và độ ẩm của cặn lọc

| Đặc tính của cặn | Công suất (kg cặn khô/ $\text{m}^2 \cdot h$) | | Độ ẩm của cặn đã được lọc (%) | |
|--|--|---------|----------------------------------|---------|
| | Lọc chân không | Lọc ép | Lọc chân không | Lọc ép |
| Cặn lên men từ bể lắng đợt 1 | 25 ÷ 35 | 12 ÷ 17 | 75 ÷ 77 | 60 ÷ 65 |
| Cặn tươi từ bể lắng đợt 1 | 30 ÷ 40 | 12 ÷ 16 | 72 ÷ 75 | 55 ÷ 60 |
| Hỗn hợp cặn tươi từ bể lắng đợt 1 và bùn hoạt tính đã nén | 20 ÷ 30 | 5 ÷ 12 | 75 ÷ 80 | 62 ÷ 75 |
| Hỗn hợp cặn lên men (từ cặn tươi và bùn hoạt tính đã nén) trong điều kiện ăm | 20 ÷ 25 | 10 ÷ 16 | 78 ÷ 80 | 62 ÷ 68 |
| Như trên trong điều kiện nóng | 17 ÷ 22 | 7 ÷ 13 | 78 ÷ 80 | 62 ÷ 70 |

BẢNG 3-36.

Những đặc tính kỹ thuật của một loại thiết bị lọc chân không

| Mã hiệu | Diện tích lọc công tác (m^2) | Kích thước trống (m) | | Trọng lượng (Kg) | Thể tích (m^3) | |
|------------|---|----------------------|----------------|------------------------|---------------------------|-----------------|
| | | Đường kính D | Chiều dài L | | Bình chứa | Thiết bị gom |
| BOY 40-3 | 40 | 3,0 | 4,4 | 18000 | 3,7 | 0,8 |
| BOY 20-2,6 | 20 | 2,6 | 2,7 | 12660 | 2,7 | 0,8 |
| BOY 10-2,6 | 10 | 2,6 | 1,35 | 7576 | 2,2 | 0,4 |
| BOY 5-1,75 | 5 | 1,75 | 0,96 | 4700 | 1,6 | 0,4 |

$$Q_r = W \times q_r = 680,31 \times 2,5 = 1700,78 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

Trong đó: Q_r = Lượng nước cần thiết để rửa cặn, $\text{m}^3/\text{ngđ}$;
 W = Thể tích tổng cộng của hỗn hợp cặn, $W = 680,31 \text{ m}^3/\text{ngđ}$
 q_r = Lượng nước rửa, $q_r = 2 \div 3 \text{ m}^3/\text{m}^3$, chọn $q_r = 2,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

Thời gian rửa cặn: $15 \div 20$ phút. Số lượng bể chứa nước rửa cặn không nhỏ hơn 2. Ở các bể chứa này có lắp đặt thiết bị gạt chất nổi.

Lượng nước rửa trung bình theo từng giờ:

$$Q_h = \frac{Q_r}{24} = \frac{1700,78}{24} = 70,87 \text{ m}^3/h$$

Việc xáo trộn cần được thực hiện bằng không khí với lưu lượng không khí tiêu chuẩn $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$ hỗn hợp cần rửa. Vì vậy, lưu lượng không khí cần thiết để xáo trộn sẽ bằng:

$$V = Q_h \times \frac{0,5}{60} = 70,87 \times \frac{0,5}{60} = 0,59 \text{ m}^3/\text{phút}$$

Thể tích bể xáo trộn cần sẽ là:

$$W_x = Q_h \times \frac{t}{60} = 70,87 \times \frac{15}{60} = 17,72 \text{ m}^3$$

Trong đó: t = Thời gian xáo trộn cần (rửa cần), $t = 15 \div 20$ phút. Chọn $t = 15$ phút.

Chọn 2 bể trộn hình chữ nhật trong mặt bằng với kích thước mỗi bể như sau:

$$H \times L \times B = 2 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$$

Ở đây: H - Chiều cao; L - Chiều dài; B - Chiều ngang.

Việc nén hỗn hợp cần - nước được thực hiện ở bể nén cần với thời gian hỗn hợp cần - nước lưu lại T như sau:

- $T = 12 \div 18$ h với chế độ lên men ấm;
- $T = 20 \div 24$ h với chế độ lên men nóng.

Thể tích bể nén cần được tính theo công thức:

$$W_n = Q_h \times T = 70,87 \times 14 = 992,18 \text{ m}^3$$

Trong đó: T = Thời gian hỗn hợp cần - nước lưu lại với chế độ lên men ấm, $T = 12 \div 18$ h, chọn $T = 14$ h.

Độ ẩm của cần nén cần đạt: $P = 94 \div 96\%$. Thể tích phần bùn của bể nén cần được tính với thời gian tích lũy bùn trong vòng 2 ngày:

$$W_b = \frac{W(100 - P_1) \times t}{(100 - P_2)} = \frac{680,31 \times (100 - 97) \times 2}{(100 - 95)} = 816,37 \text{ m}^3$$

Trong đó: P_1 = Độ ẩm của cần sau khi ra khỏi bể mêtan, $P_1 = 97\%$;

P_2 = Độ ẩm của cần sau khi nén, $P_2 = 95\%$;

t = Thời gian tích lũy cần, $t = 2$ ngày.

Thể tích tổng cộng của bể nén cần:

$$W_{tc} = W_n + W_b = 992,18 + 816,37 = 1808,55 \text{ m}^3$$

Chọn 3 bể nén cần dạng bể lắng ly tâm (và 1 dự phòng). Đường kính của mỗi bể: $D = 18 \text{ m}$.

Diện tích mặt thoáng của bể:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14(18)^2}{4} = 254,34 \text{ m}^2$$

Độ sâu trung bình của bể nén cần:

$$H = \frac{W_{tc}}{F} = \frac{1808,55}{254,34 \times 3} = 2,37 \text{ m}$$

Nước bùn sau khi được tách ra trong quá trình nén cần được dẫn trở lại trạm xử lý, tuy nhiên trong trường hợp đó cần phải tính đến lượng chất bẩn bổ sung này. Lượng chất bẩn trong nước bùn có thể lấy:

- Theo chất lơ lửng : $1000 \div 1500 \text{ mg/L}$;
- Theo NOS_{20} : $800 \div 900 \text{ mg/L}$.

d) Tính toán thiết bị đông tụ (keo tụ) cần

Với mục đích giảm khả năng trôi theo nước của các chất lơ lửng ra khỏi bể nén cần và đồng thời giảm độ ẩm của cần nén cần thực hiện việc dẫn phần nước lọc từ thiết bị lọc chân không vào bể nén cần và đồng thời thay nước rửa bằng dung dịch clorua sắt 10%.

Để thực hiện quá trình keo tụ cần thường sử dụng các chất keo tụ clorua sắt và vôi (CaO) dưới dạng dung dịch 10%. Đầu tiên cho clorua sắt vào trước và sau đó thêm vôi vào.

Lượng chất keo tụ được xác định theo FeCl_3 và CaO . Liều lượng của các chất này khi lọc chân không được lấy như sau:

- Đối với cần lên men của bể lắng đợt I:

FeCl_3 : $3 \div 4\%$ trọng lượng chất khô của cần;

CaO : $8 \div 10\%$ trọng lượng chất khô của cần.

- Đối với cặn tươi từ bể lắng đợt I:
 FeCl_3 : 1,5 ÷ 3% trọng lượng chất khô của cặn;
 CaO : 6 ÷ 10% trọng lượng chất khô của cặn.
- Đối với hỗn hợp cặn từ bể lắng đợt I và bùn hoạt tính dư đã nén:
 FeCl_3 : 3 ÷ 5% trọng lượng chất khô của cặn;
 CaO : 9 ÷ 13% trọng lượng chất khô của cặn.
- Đối với bùn hoạt tính dư đã nén:
 FeCl_3 : 6 ÷ 9%
 CaO : 17 ÷ 25%

Tính lượng Clorua sắt tinh khiết cần thiết trong ngày đêm với phương án đang xét (với hỗn hợp cặn từ bể lắng đợt I và bùn hoạt tính dư đã nén), có liều lượng FeCl_3 3 ÷ 5%, chọn 4%.

$$P_c = \frac{680,31 \times (100 - 97) \times 4}{100 \times 100} = 0,816 \text{ T/ngđ}$$

Nếu tính theo clorua sắt thương phẩm (với hàm lượng FeCl_3 tinh khiết 60%) ta có:

$$P_{c_1} = \frac{0,816}{0,6} = 1,36 \text{ T/ngđ}$$

Tính lượng vôi cần thiết trong ngày đêm theo phương án chọn có liều lượng vôi 9 ÷ 13%, chọn 11% khi đó:

$$P_v = \frac{680,31 \times (100 - 97) \times 11}{100 \times 100} = 2,245 \text{ T/ngđ}$$

Clorua sắt được chứa dưới dạng dung dịch với nồng độ 30% trong vòng từ 20 ngày đến một tháng. Thể tích bể chứa clorua sắt được tính theo công thức:

$$W_c = \frac{P_{c_1} \times 100 \times t}{b_c} = \frac{1,36 \times 100 \times 20}{30} = 90,67 \text{ m}^3$$

- Trong đó: P_{c_1} = Lượng clorua sắt thương phẩm với hàm lượng FeCl_3 tinh khiết 60%, $P_{c_1} = 1,22 \text{ T/ngđ}$;
 b_c = Nồng độ dung dịch clorua sắt, $b_c = 30\%$;
 t = Thời gian chứa dung dịch clorua sắt, $t = 20$ ngày.

Chọn 2 bể chứa clorua sắt với dung tích của mỗi bể: $45,6 \text{ m}^3$. Bể được thiết kế dưới dạng bể hình chữ nhật với các kích thước như sau:

$$H \times L \times B = 2\text{m} \times 6\text{m} \times 3,8\text{m}$$

Thể tích thùng tiêu thụ clorua sắt (nồng độ 10%) với thời gian chứa 12h sẽ là:

$$W = \frac{0,816 \times 100 \times 100 \times 12}{60 \times 10 \times 24} = 6,8 \text{ m}^3$$

Chọn 2 thùng tiêu thụ clorua sắt 10%, dung tích mỗi thùng $3,4 \text{ m}^3$.

Thể tích bể chứa dung dịch vôi rửa được tính theo công thức:

$$W_v = \frac{P_v \times 100 \times 100 \times t}{C_v \times b_v \times 24} = \frac{2,245 \times 100 \times 100 \times 12}{70 \times 10 \times 24} = 16,04 \text{ m}^3$$

- Trong đó: t = Thời gian chứa dung dịch vôi rửa, $t = 12\text{h}$;
 C_v = Hàm lượng vôi hoạt tính thương phẩm, $C_v = 70\%$;
 b_v = Nồng độ vôi sữa, $b_v = 10\%$.

Chọn 2 bể chứa dung dịch vôi rửa 10% với thể tích mỗi bể $8,02 \text{ m}^3$. Bể hình trụ có kích thước như sau:

- Đường kính bể : $D = 1,85\text{m}$;
- Chiều cao bể : $H = 3,0\text{m}$.

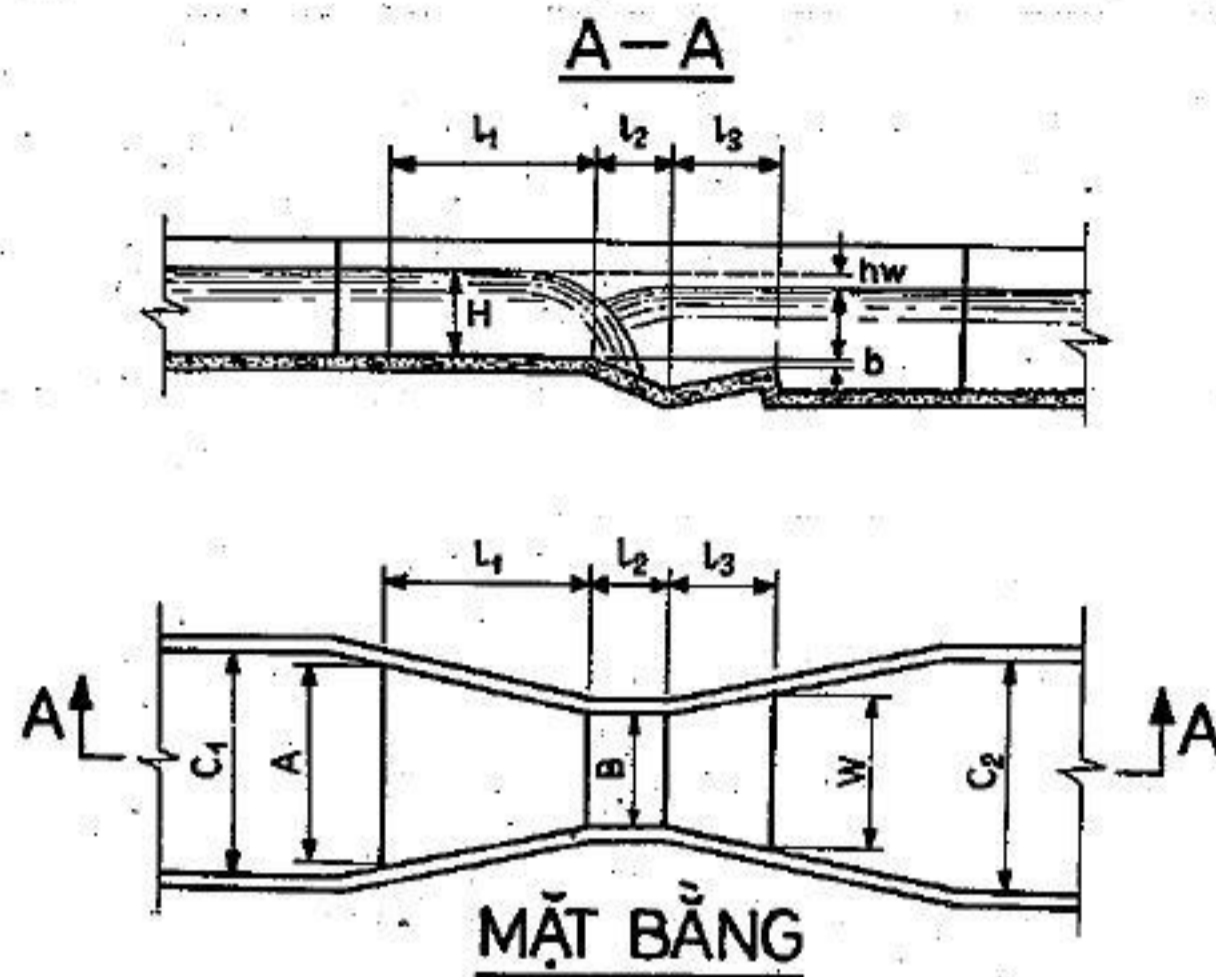
Tính toán trạm khử trùng

Trạm khử trùng nước thải được tính toán thiết kế tương như ở phương án I.

Tính toán máng trộn – kiểu máng đo lưu lượng Parsal

Máng trộn – kiểu máng đo lưu lượng Parsal (gọi tắt là máng trộn Parsal) được ứng dụng đối với các trạm xử lý có công suất từ 1400 đến 280000 $\text{m}^3/\text{ngđ}$. Nhiệm vụ của máng trộn là xáo trộn đều giữa nước thải và Clo. Sơ đồ cấu tạo máng trộn Parsal được giới thiệu ở Hình 3-44.

Kích thước của máng trộn Parsal được tính toán phụ thuộc vào lưu lượng nước thải chảy qua máng trộn. Kết quả tính toán được giới thiệu ở Bảng 3-37.



HÌNH 3-44
Máng trộn Parsal.

Trong phương án đang xét, trạm xử lý nước thải có lưu lượng lớn nhất giây là $Q_{max,s} = 1981 \text{ L/s}$, dựa vào Bảng 3-37 chọn các kích thước cơ bản của máng trộn Parsal như sau:

Lưu lượng max: 2000 L/s với các kích thước tương ứng :

$B = 125 \text{ cm}; L_1 = 182,5 \text{ cm}; L_2 = 60 \text{ cm}; L_3 = 90 \text{ cm}$
 $A = 198 \text{ cm}; W = 155 \text{ cm}; C_1 = 225 \text{ cm}; C_2 = 225 \text{ cm}; b = 7,5 \text{ cm}$

BẢNG 3-37.
Kích thước cơ bản của máng trộn Parsal, cm

| Lưu lượng max (L/s) | B | L ₁ | L ₂ | L ₃ | A | W | C ₁ | C ₂ | b |
|---------------------|-----|----------------|----------------|----------------|-----|-----|----------------|----------------|-----|
| 60 | 15 | 60 | 30 | 60 | 40 | 40 | 45 | 45 | 7,5 |
| 150 | 23 | 86 | 30 | 60 | 40 | 40 | 50 | 50 | 7,5 |
| 500 | 30 | 135 | 60 | 90 | 84 | 60 | 100 | 100 | 7,5 |
| 1000 | 50 | 145 | 60 | 90 | 108 | 80 | 120 | 120 | 7,5 |
| 1250 | 75 | 157,5 | 60 | 90 | 138 | 105 | 150 | 150 | 7,5 |
| 1500 | 100 | 170 | 60 | 90 | 168 | 130 | 180 | 180 | 7,5 |
| 2000 | 125 | 182,5 | 60 | 90 | 198 | 155 | 225 | 225 | 7,5 |
| 3000 | 150 | 195 | 60 | 90 | 228 | 180 | 250 | 250 | 7,5 |

Chiều cao lớp nước trước máng trộn (tính đến chỗ dòng nước bắt đầu chảy xong) được tính theo công thức thực nghiệm:

$$Q_{max,s} = 2,365 \times B \times H^n$$

$$\text{Hay } H^n = \frac{Q_{max,s}}{2,365 \times B} = \frac{1,981}{2,365 \times 1,25} = 0,67 \text{ m}$$

Trong đó: $Q_{max,s}$ = Lưu lượng lớn nhất giây, $Q_{max,s} = 1,981 \text{ m}^3/\text{s}$;
 B = Chiều ngang phần thu hẹp của máng trộn, $B = 125 \text{ cm} = 1,25 \text{ m}$;
 n = Chỉ số mũ lấy phụ thuộc vào giá trị B (Bảng 3-38), $n = 1,577$;

Chiều cao H sẽ được tính từ quan hệ:

$$H^{1,577} = 0,67 \text{ m} \Rightarrow H = 0,67^{(1/1,577)} = 0,776 \text{ m}$$

Máng trộn Parsal làm việc theo nguyên tắc co hẹp dòng chảy. Máng gồm các phần chính như sau :

- Phần thu hẹp;
- Phần giữa (họng);
- Phần mở rộng.

Phần giữa (họng), các tường bên của máng trộn Parsal phải bảo đảm thẳng đứng và tuyệt đối song song.

Ưu điểm của kiểu máng trộn Parsal là đơn giản, kinh tế hơn so với các kiểu máng trộn khác như máng trộn vách ngăn có lỗ. Ngoài ra, khi cần thiết có thể sử dụng để đo lưu lượng. Để đo lưu lượng, chỉ cần đo độ sâu H và được đo bằng thước mìa hoặc áp kế vi sai tự ghi.

Lưu lượng nước thải (Q) chảy qua máng được xác định theo công thức thực nghiệm:

$$\text{Khi } B = 0,15 \text{ m} : Q = 0,84 \times B^{1,58}$$

$$\text{Khi } B = 0,3 \div 1,5 \text{ m} : Q = 2,365 B \times H^n$$

BẢNG 3-38.
Giá trị n phụ thuộc vào ngang phần thu hẹp của máng trộn

| B (m) | 0,14 | 0,25 | 0,30 | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 1,75 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| n | 1,496 | 1,502 | 1,522 | 1,540 | 1,558 | 1,572 | 1,577 | 1,585 | 1,590 |

Tính toán bể tiếp xúc - Kiểu bể lắng ngang

Nhiệm vụ của bể tiếp xúc là thực hiện quá trình tiếp xúc giữa clo và nước thải để loại bỏ các vi trùng còn lại trong nước thải trước khi xả nước thải vào nguồn tiếp nhận.

Thời gian tiếp xúc tính cả thời gian nước thải theo mương dẫn từ bể tiếp xúc ra nguồn tiếp nhận (ra sông) là 30 phút.

Trong phương án II đang xét, chọn bể tiếp xúc kiểu bể lắng ngang để tính toán thiết kế. Bể này có cấu tạo giống như bể lắng ngang nhưng không có thiết bị gạt cặn.

Thể tích hữu ích của bể tiếp xúc được tính theo công thức:

$$W = Q_{\max, h} \times t = 7131,4 \times \frac{24}{60} = 2852,56 \text{ m}^3$$

Trong đó: $Q_{\max, h}$ = Lưu lượng lớn nhất giờ, $Q_{\max, h} = 7131,4 \text{ m}^3/\text{h}$;
 t = Thời gian tiếp xúc riêng giữa clo và nước thải trong bể tiếp xúc như đã tính ở phương án I, $t = 24$ phút.

Diện tích bể tiếp xúc kiểu bể lắng ngang trên mặt bằng:

$$F = \frac{W}{H_1} = \frac{2852,56}{3,0} = 950,85 \text{ m}^2$$

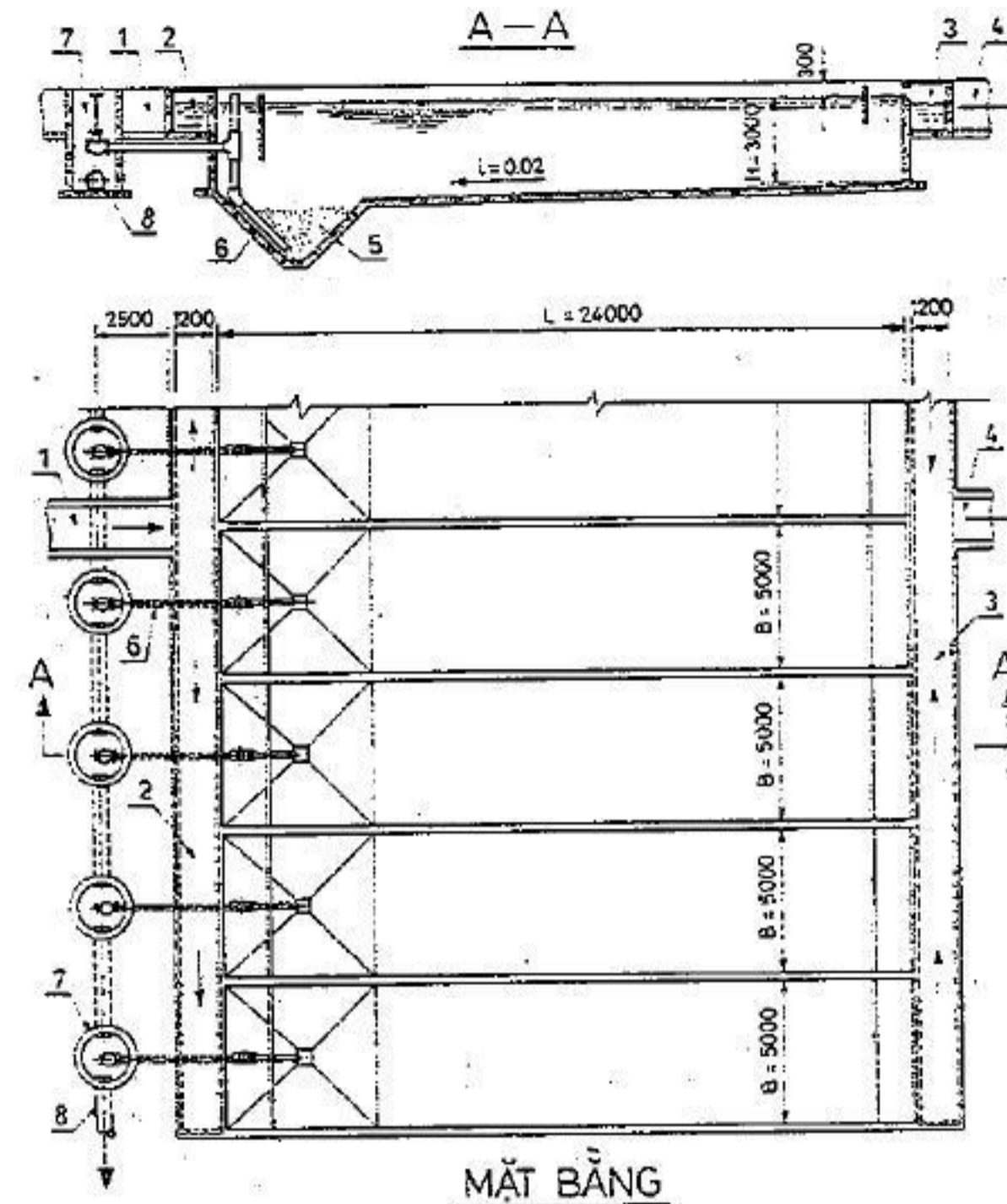
Trong đó: H_1 = Chiều sâu công tác của bể tiếp xúc - kiểu bể lắng ngang, lấy bằng 1,5 ÷ 3m (Điều 6.5.9.a - TCXD-51-84). Chọn $H_1 = 3,0\text{m}$.

Chọn diện tích một ngăn trong mặt bằng: $F_1 = b \times L = 5\text{m} \times 24\text{m} = 120\text{m}^2$

Số ngăn tổng cộng của bể tiếp xúc - kiểu bể lắng ngang sẽ là:

$$n = \frac{F}{F_1} = \frac{950,85}{120} = 7,924 \approx 8 \text{ ngăn}$$

Sơ đồ cấu tạo bể tiếp xúc được giới thiệu ở Hình 3-45.



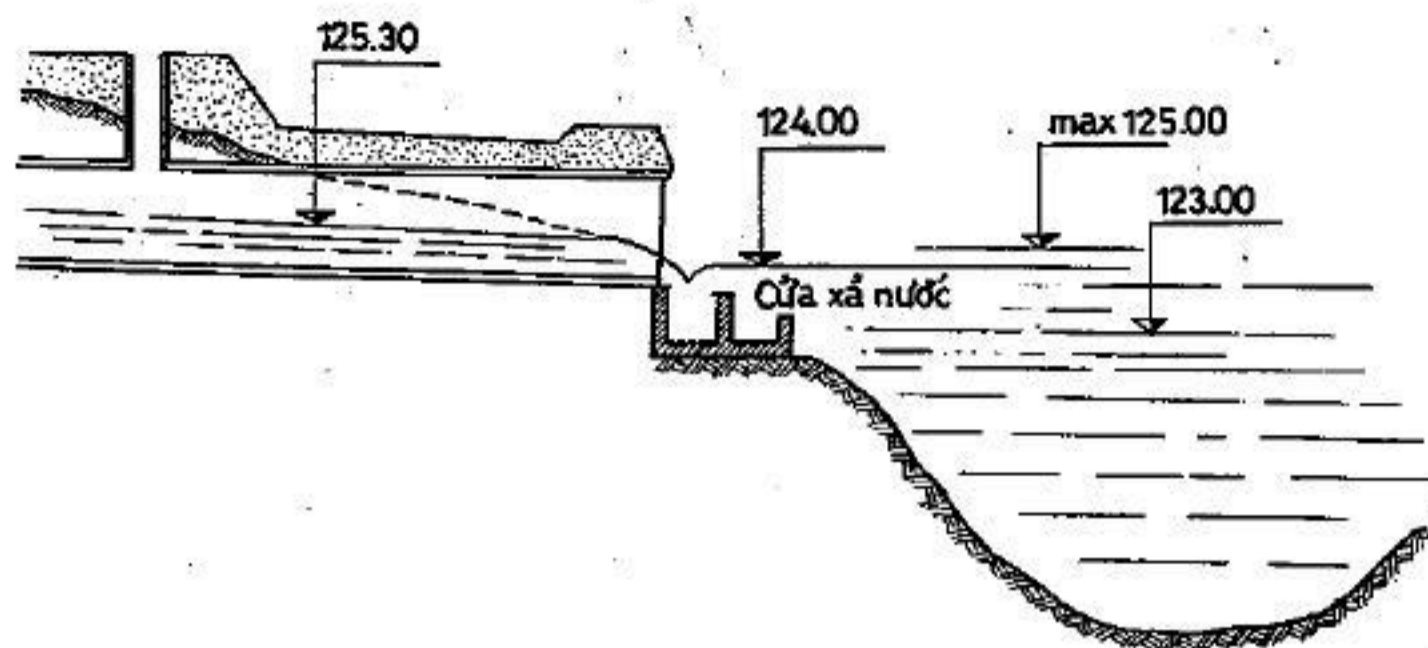
HÌNH 3-45.

Sơ đồ cấu tạo bể tiếp xúc - Kiểu bể lắng ngang.

1- Mương dẫn nước thải sau khi được xáo trộn với clo; 2- Mương phân phối nước thải đầu bể; 3- Mương thu nước tập trung cuối bể; 4- Mương dẫn nước thải ra sông; 5- Hồ tập trung cặn; 6- Ống xả cặn; 7- Hồ van; 8- Ống dẫn cặn đến bể mê tan.

Tính toán công trình xả nước ra nguồn tiếp nhận

Nguồn tiếp nhận nước thải sau xử lý là sông Đồng Nai. Ở vị trí đặt trạm xử lý của phương án II, bờ sông tương đối dốc, chọn công trình xả nước ngay bờ. Mặc dù khả năng xáo trộn và pha loãng nước thải với nước sông của công trình xả ngay bờ kém hơn so với công trình xả nước thải ở giữa lòng sông nhưng công tác lắp đặt thi công đơn giản hơn và quản lý dễ dàng hơn. Sơ đồ cấu tạo công trình xả nước thải ngay bờ được giới thiệu ở Hình 3-46.



HÌNH 3-46.

Công trình xả nước thải ngay bờ không ngập nước.

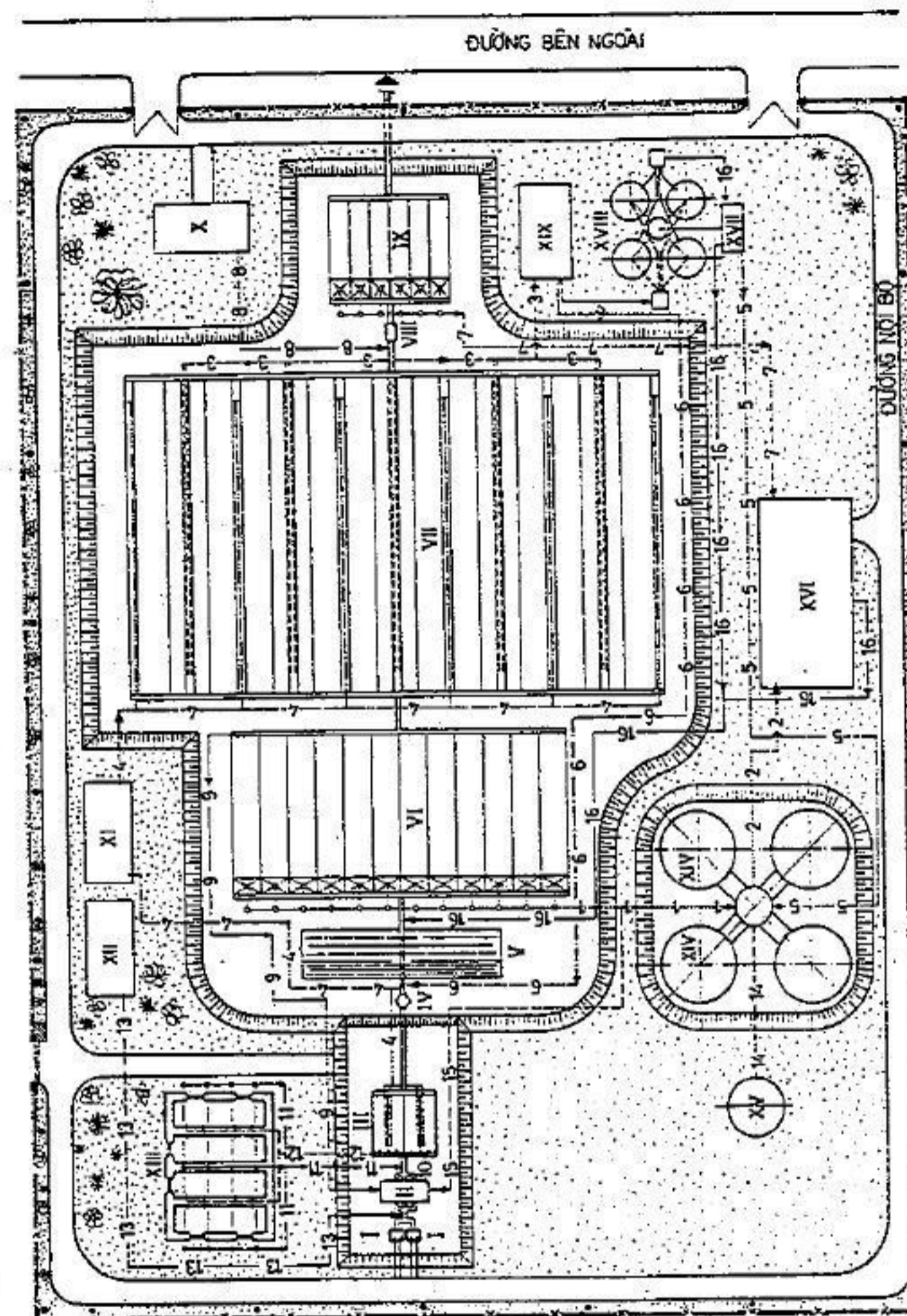
Mặt bằng tổng thể của trạm xử lý (phương án II) và mặt cắt theo nước

Mặt bằng tổng thể trạm xử lý nước thải đô thị 420.000 dân có công suất $Q = 103980\text{m}^3/\text{ngđ}$ theo phương án II được giới thiệu ở Hình 3-47.

Trên mặt bằng, thể hiện các công trình xử lý đơn vị chủ yếu, các công trình phụ và hệ thống các đường ống kỹ thuật: ống dẫn cạn tươi từ bể lắng đợt I, ống dẫn bùn hoạt tính, ống dẫn khí nén, dẫn khí metan, dẫn nước công tác...

Mặt cắt theo nước của trạm xử lý được thể hiện ở Hình 3-48.

Tỷ lệ ngang của mặt cắt lấy theo tỷ lệ của mặt bằng tổng thể, còn tỷ lệ đứng có thể lấy 1 : 50 hoặc 1 : 100.



HÌNH 3-47. Mặt bằng tổng thể trạm xử lý nước thải khu đô thị 420.000 dân (Phương án 2).

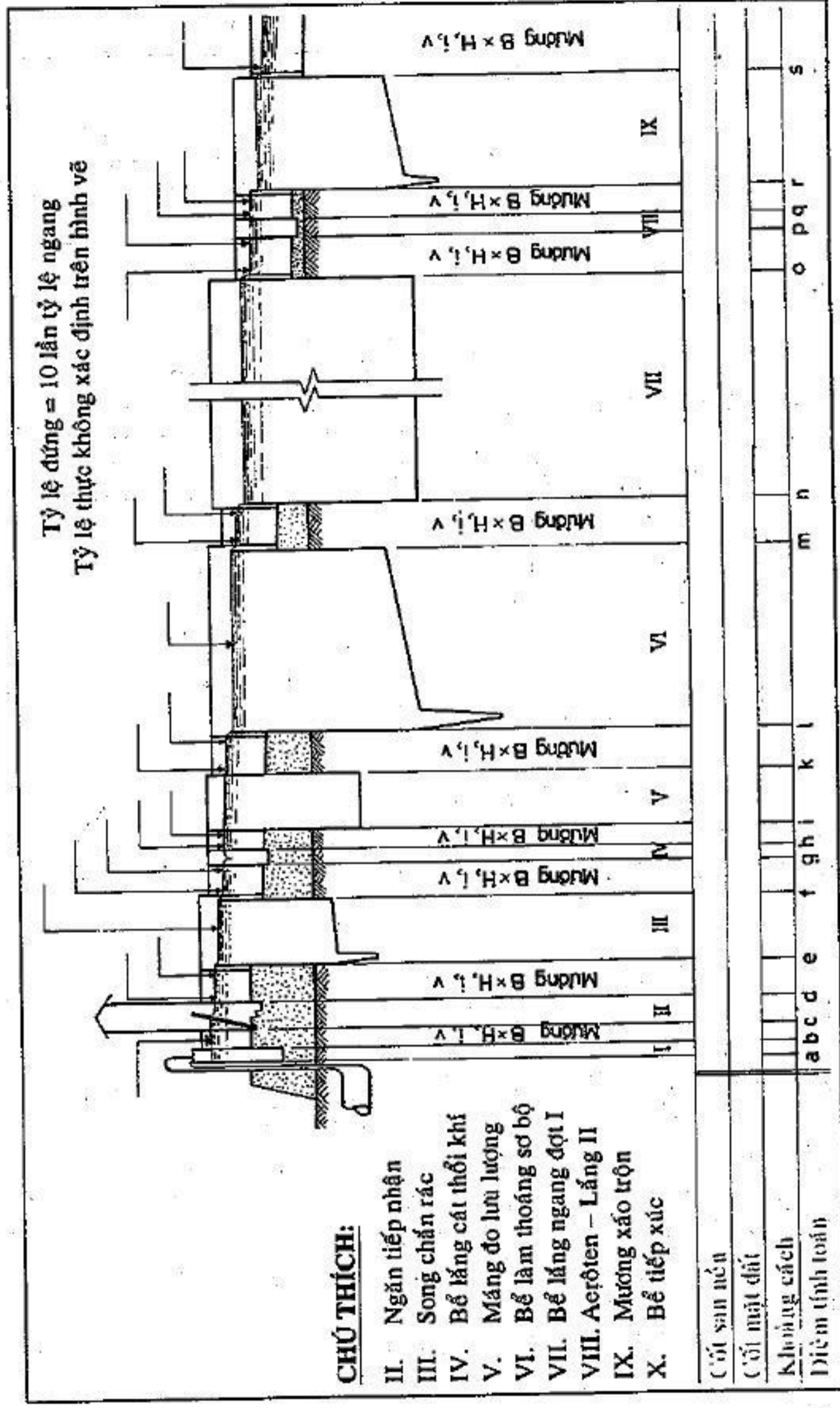
Chú thích cho Hình 3-47

KÝ HIỆU CÔNG TRÌNH:

- I Ngăn tiếp nhận
- II Nhà bố trí song chắn rác
- III Bể lắng cát
- IV Máng đo lưu lượng
- V Bể làm thoáng sơ bộ
- VI Bể lắng ngang đợt I
- VII Acrôten - Lắng II
- VIII Máng trộn Parsal
- IX Bể tiếp xúc
- X Trạm Clo
- XI Trạm khí nén
- XII Nhà điều hành
- XIII Sân phơi cát
- XIV Bể mê tan
- XV Bể chứa khí đốt
- XVI Trạm làm ráo nước bùn bằng cơ học
- XVII Trạm bơm bùn
- XVIII Bể nén bùn
- XIX Trạm bơm bùn

KÝ HIỆU CÁC LOẠI ĐƯỜNG ống:

- 1 Cạn tưới từ bể lắng đợt I
- 2 Cạn đã lên men từ bể metan
- 3 Bùn hoạt tính
- 4 Khí nén
- 5 Bùn hoạt tính dư
- 6 Bùn hoàn tính tuần hoàn
- 7 Cạn lắng từ bể tiếp xúc
- 8 Nước Clo
- 9 Nước công tác từ bể lắng đợt I
- 10 Nước công tác phục vụ thiết bị nâng thủy lực
- 11 Nước tách từ sân phơi cát
- 12 Ống dẫn hỗn hợp cát - nước
- 13 Nước thải sinh hoạt từ nhà điều hành
- 14 Biogas
- 15 Rác đã được nghiền nhỏ
- 16 Ống dẫn nước tách từ bùn



HÌNH 3-48.

Sơ đồ cao trình (mặt cắt dọc theo nước) của trạm xử lý nước thải đô thị 420.000 dân (Phương án 2).