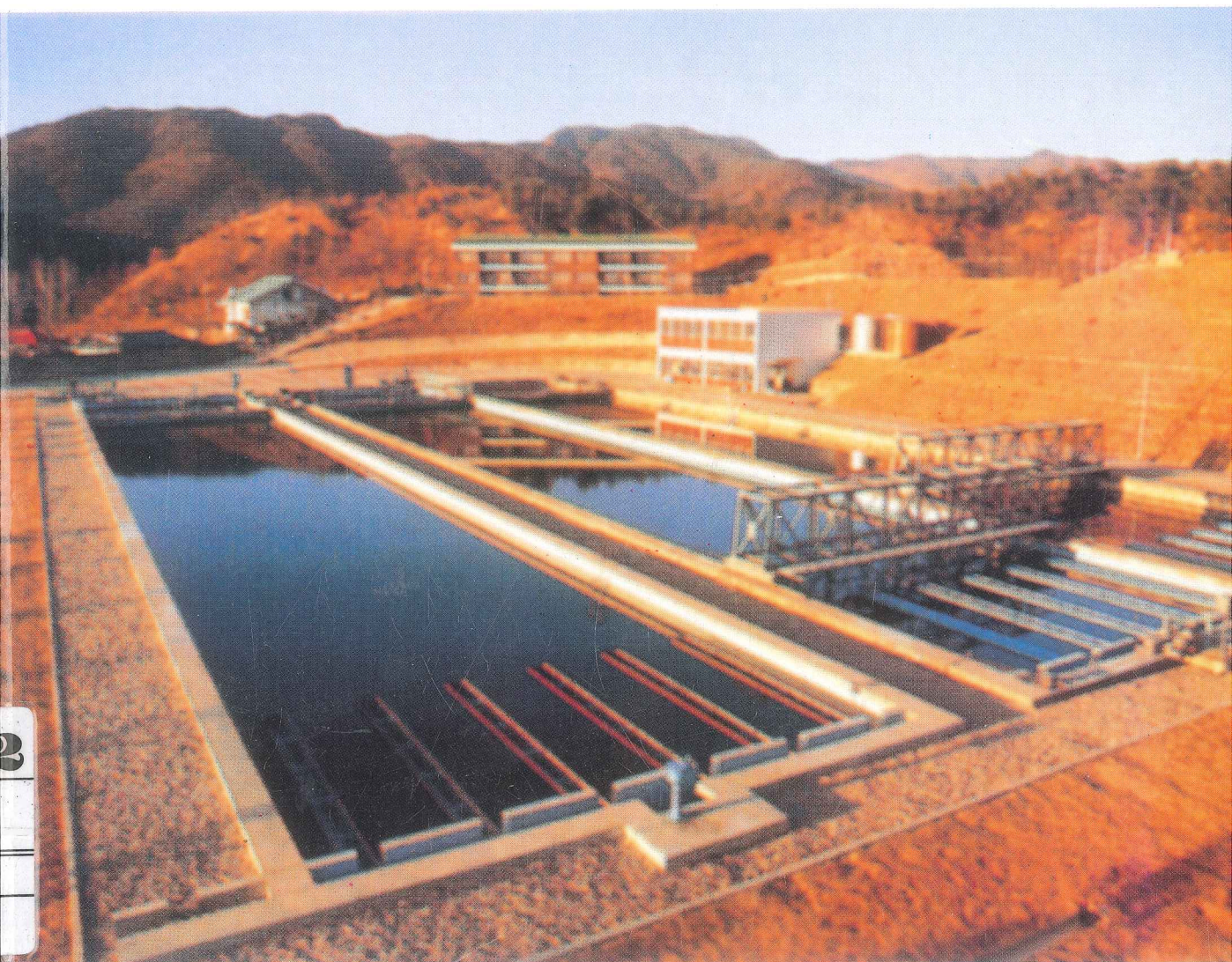


Mtr-2.20

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI

TS. NGUYỄN NGỌC DUNG

XỬ LÝ NƯỚC CẤP



THƯ VIỆN
NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI
TS. NGUYỄN NGỌC DŨNG

XỬ LÝ NƯỚC CẤP

(Giáo trình dùng cho chuyên ngành cấp và thoát nước)

(Tái bản)



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2014



LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình xử lý nước cấp được biên soạn lại với mục đích đáp ứng nhu cầu học tập của sinh viên chuyên ngành cấp nước và thoát nước. Ngoài ra giáo trình này có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho các kỹ sư cấp thoát nước làm việc trong các công ty tư vấn thiết kế và các cơ quan có liên quan đến chuyên ngành cấp và thoát nước.

Giáo trình gồm 9 chương :

Chương I : Chất lượng nước và các biện pháp xử lý.

Chương II : Keo tụ.

Chương III : Lắng nước.

Chương IV : Lọc nước.

Chương V : Khử sắt và mangan trong nước.

Chương VI : Khử trùng nước.

Chương VII : Các phương pháp xử lý đặc biệt.

Chương VIII : Trạm xử lý nước.

Chương IX : Quản lý kỹ thuật trạm xử lý nước.

Nội dung của giáo trình chủ yếu cung cấp các kiến thức cơ bản về xử lý nước cấp, các phương pháp thiết kế và tính toán các công trình trong trạm xử lý nước, đồng thời giới thiệu một số kiến thức về quản lý các công trình đơn vị trong trạm xử lý nước. Trong khi biên soạn lại giáo trình, không tránh khỏi có những sai sót. Rất mong có sự đóng góp ý kiến của bạn đọc.

Ý kiến xin gửi về : Bộ môn Cấp và Thoát nước, Trường đại học Kiến trúc Hà Nội.

Tác giả

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Chương I : CHẤT LƯỢNG NƯỚC VÀ CÁC BIỆN PHÁP XỬ LÝ	7
I. Chất lượng nước nguồn	7
1.1. Các chỉ tiêu về lí học	7
1.2. Các chỉ tiêu về hóa học	8
1.3. Các chỉ tiêu về vi trùng.	9
II. Chất lượng nước yêu cầu	10
2.1. Chất lượng nước cấp cho ăn uống, sinh hoạt	10
2.2. Chất lượng nước cấp cho sản xuất	11
III. Các biện pháp và dây chuyền công nghệ xử lí nước	11
3.1. Các biện pháp xử lí cơ bản	11
3.2. Dây chuyền công nghệ xử lí nước.	12
Chương II : KEO TỤ	17
I. Keo tụ và các hóa chất dùng để keo tụ	17
II. Các thiết bị và công trình của quá trình keo tụ	20
2.1. Các công trình chuẩn bị dung dịch phèn	20
2.2. Thiết bị định liều lượng phèn	26
2.3. Thiết bị pha chế vôi	28
2.4. Kho dự trữ hóa chất	36
III. Thiết bị hòa trộn chất phản ứng	36
3.1. Phương pháp trộn cơ học	36
3.2. Phương pháp trộn thủy lực	37
IV. Tách khí trong nước	45
V. Thiết bị phản ứng tạo bông kết tủa	46
5.1. Bể phản ứng xoáy	46
5.2. Bể phản ứng kiểu vách ngăn	54
5.3. Bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng	57
5.4. Bể phản ứng cơ khí	60
Chương III : LẮNG NƯỚC	66
I. Lí thuyết cơ sở về quá trình lắng nước	66
1.1. Lắng tự do của một tập hợp hạt đồng nhất, ổn định ở trạng thái tĩnh	66
1.2. Lắng tự do của một tập hợp hạt không đồng nhất, ổn định	69
1.3. Lắng một tập hợp hạt không đồng nhất và không ổn định	71
II. Lắng nước ở trạng thái động - các loại bể lắng	71
2.1. Lắng ngang - bể lắng ngang	72
2.2. Bể lắng đứng	83
2.3. Bể lắng lớp mỏng	87
2.4. Bể lắng trong có lớp cặn lơ lửng	91
2.5. Bể lắng li tâm	103
2.6. Xi-clon thủy lực	106
2.7. Công trình lắng sơ bộ	109
Chương IV : LỌC NƯỚC	111
I. Khái niệm chung về quá trình lọc nước	111
1.1. Phân loại bể lọc	111
1.2. Vật liệu lọc	112

II. Bể lọc chậm	113
2.1. Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc	113
2.2. Rửa bể lọc chậm	115
2.3. Tính toán bể lọc chậm	116
III. Bể lọc nhanh phổ thông	118
3.1. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc của bể lọc nhanh	118
3.2. Động học của quá trình lọc nhanh	119
3.3. Phương pháp mô hình hoá - xác định các thông số của quá trình lọc nước.	124
3.4. Rửa bể lọc nhanh	127
3.5. Điều chỉnh tốc độ lọc	135
3.6. Các trạng bị khác của bể lọc nhanh	138
3.7. Tính toán bể lọc nhanh	139
IV. Bể lọc nhanh hai lớp	150
V. Bể lọc sơ bộ	150
VI. Bể lọc áp lực	151
VII. Bể lọc tiếp xúc	153
VIII. Các loại bể lọc khác	156
8.1. Bể lọc hai chiều	156
8.2. Bể lọc hạt lớn	156
8.3. Lưới lọc	157
Chương V : KHỬ SẮT VÀ MANGAN TRONG NƯỚC	159
A - Khử sắt	159
I. Các phương pháp khử sắt	159
1.1. Khử sắt bằng phương pháp làm thoáng	159
1.2. Khử sắt bằng phương pháp dùng hóa chất	162
1.3. Các phương pháp khử sắt khác	162
II. Sự biến đổi thành phần tính chất của nước khi khử sắt	163
2.1. Độ pH của nước	163
2.2. Độ kiềm của nước	163
2.3. Hàm lượng CO ₂ tự do trong nước	164
III. Lựa chọn phương pháp khử sắt	165
3.1. Thí nghiệm xác định khả năng khử sắt bằng làm thoáng đơn giản và lọc.	165
3.2. Thí nghiệm xác định khả năng khử sắt bằng làm thoáng - lắng tiếp xúc - lọc.	166
3.3. Thí nghiệm xác định khả năng khử sắt bằng làm thoáng kết hợp với kiểm hóa.	166
3.4. Thí nghiệm xác định khả năng khử sắt bằng Clo - lắng tiếp xúc - lọc.	166
IV. Công nghệ khử sắt trong nước ngầm	167
4.1. Công nghệ khử sắt bằng làm thoáng	167
4.2. Công nghệ khử sắt bằng hóa chất	189
B - Khử mangan	190
V. Khử mangan trong nước ngầm	190
5.1. Khử mangan bằng phương pháp làm thoáng	190
5.2. Các phương pháp khử mangan khác	191
Chương VI : KHỬ TRÙNG NƯỚC	192
I. Khử trùng bằng các chất ôxi hóa mạnh	192
1.1. Khử trùng bằng Clo và các hợp chất của Clo	192
1.2. Khử trùng bằng Clo và amôniac	200
1.3. Dùng ôzôn để khử trùng	201

II. Khử trùng nước bằng tia tử ngoại	201
III. Các phương pháp khử trùng khác	201
3.1. Khử trùng bằng siêu âm	201
3.2. Khử trùng bằng phương pháp nhiệt	202
3.3. Khử trùng bằng ion bạc	202
Chương VII : CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ĐẶC BIỆT	203
I. Khử mùi và vị trong nước	203
1.1. Khử mùi bằng làm thoáng	203
1.2. Khử mùi bằng các chất ôxi hoá mạnh	203
1.3. Khử mùi bằng phương pháp dùng than hoạt tính	204
II. Làm mềm nước	204
2.1. Làm mềm nước bằng phương pháp nhiệt	204
2.2. Làm mềm nước bằng phương pháp hóa học	204
2.3. Phương pháp làm mềm nước bằng natricationit	207
2.4. Phương pháp làm mềm bằng hydrô-natri-cationit	209
III. Khử mặn và khử muối trong nước	212
3.1. Khử mặn và khử muối trong nước bằng phương pháp trao đổi ion	212
3.2. Khử mặn bằng phương pháp điện phân	214
3.3. Khử muối bằng phương pháp nhiệt hay chưng cất	214
IV. Các phương pháp xử lý đặc biệt khác	215
4.1. Flo hóa nước	215
4.2. Khử Flo trong nước	216
4.3. Khử sunfua (H_2S) và hydrôsunfit (HS) trong nước	216
4.4. Khử axít silic hòa tan trong nước	216
4.5. Khử ôxi hòa tan	216
Chương VIII : TRẠM XỬ LÝ NƯỚC	217
I. Vị trí đặt trạm xử lý nước	217
II. Nguyên tắc bố trí công trình trong trạm xử lý nước	218
2.1. Các quy định chung	218
2.2. Bố trí cao trình công nghệ trạm xử lý nước	219
2.3. Bố trí các công trình phụ trợ trong trạm xử lý nước	221
2.4. Kho chứa hoá chất và vật liệu lọc	222
2.5. Bố trí mặt bằng trạm xử lý nước	223
Chương IX : QUẢN LÝ KỸ THUẬT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC	226
I. Các biện pháp quản lý kỹ thuật trạm xử lý nước	227
II. Nội dung quản lý kỹ thuật trạm xử lý nước.	227
2.1. Tổ chức quản lý	227
2.2. Kiểm tra định kỳ các thiết bị và công trình trong trạm	227
2.3. Bảo dưỡng định kỳ các công trình trong trạm	228
III. Nội dung quản lý các công trình đơn vị xử lý nước	228
3.1. Quản lý hệ thống thiết bị hóa chất	228
3.2. Quản lý bể trộn, bể phản ứng	228
3.3. Quản lý bể lắng	229
3.4. Quản lý bể lọc nhanh	229
3.5. Quản lý công trình khử trùng nước	230

Chương I

CHẤT LƯỢNG NƯỚC VÀ CÁC BIỆN PHÁP XỬ LÝ

Nước trong thiên nhiên được dùng làm các nguồn nước cung cấp cho ăn uống sinh hoạt và công nghiệp có chất lượng rất khác nhau. Đối với các nguồn nước mặt, thường có độ đục, độ màu và hàm lượng vi trùng cao. Đối với các nguồn nước ngầm, hàm lượng sắt và mangan thường vượt quá giới hạn cho phép. Có thể nói, hầu hết các nguồn nước thiên nhiên đều không đáp ứng được yêu cầu về mặt chất lượng cho các đối tượng dùng nước. Chính vì vậy, trước khi đưa nước vào sử dụng, cần phải tiến hành xử lý chúng.

Để xác lập được các biện pháp xử lý nước, cần phải căn cứ vào các chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước nguồn và yêu cầu chất lượng của nước sử dụng.

I. CHẤT LƯỢNG NƯỚC NGUỒN

Muốn xử lý một nguồn nước nào đó cần phải phân tích một cách chính xác ba loại chỉ tiêu cơ bản của nguồn nước đó là : chỉ tiêu về lí học, hóa học và vi trùng.

1.1. Các chỉ tiêu về lí học

Bao gồm :

Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) : Nhiệt độ của nước có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình xử lý nước. Sự thay đổi nhiệt độ của nước phụ thuộc vào từng loại nguồn nước. Nhiệt độ của nguồn nước mặt dao động rất lớn (từ $4 \div 40^{\circ}\text{C}$) phụ thuộc vào thời tiết và độ sâu nguồn nước. Nước ngầm có nhiệt độ tương đối ổn định ($17 \div 27^{\circ}\text{C}$).

Hàm lượng cặn không tan (mg/l) : được xác định bằng cách lọc một đơn vị thể tích nước nguồn qua giấy lọc, rồi đem sấy khô ở nhiệt độ ($105 \div 110^{\circ}\text{C}$). Hàm lượng cặn của nước ngầm thường nhỏ ($30 \div 50\text{mg/l}$), chủ yếu do cát mịn có trong nước gây ra. Hàm lượng cặn của nước sông dao động rất lớn ($20 \div 5000\text{ mg/l}$), có khi lên tới (30.000 mg/l). Cùng một nguồn nước, hàm lượng cặn dao động theo mùa, mùa khô nhỏ, mùa lũ lớn. Cặn có trong nước sông là do các hạt cát, sét, bùn bị dòng nước xối rửa mang theo và các chất hữu cơ nguồn gốc động thực vật mục nát hòa tan trong nước. Hàm lượng cặn là một trong những chỉ tiêu cơ bản để chọn biện pháp xử lý đối với các nguồn nước mặt. Hàm lượng cặn của nước nguồn càng cao thì việc xử lý càng phức tạp và tốn kém.

Độ màu của nước (tính bằng độ) : được xác định theo phương pháp so sánh với thang màu coban. Độ màu của nước bị gây bởi các hợp chất hữu cơ, các hợp chất keo sắt, nước thải công nghiệp hoặc do sự phát triển của rong, rêu, tảo. Thường nước hồ, ao có độ màu cao.

Mùi và vị của nước : nước có mùi là do trong nước có các chất khí, các muối khoáng hòa tan, các hợp chất hữu cơ và vi trùng, nước thải công nghiệp chảy vào, các hóa chất hòa tan...

Nước có thể có mùi bùn, mùi mốc, mùi tanh, mùi cỏ lá, mùi clo, mùi phenol... Vị mặn, vị chua, vị chát, vị đắng...

1.2. Các chỉ tiêu về hoá học

Hàm lượng cặn toàn phần (mg/l) : bao gồm tất cả các chất vô cơ và hữu cơ có trong nước, không kể các chất khí. Cặn toàn phần được xác định bằng cách đun cho bốc hơi một dung tích nước nguồn nhất định và sấy khô ở nhiệt độ $(105 \pm 110^\circ\text{C})$ đến khi trọng lượng không đổi.

Độ cứng của nước : là đại lượng biểu thị hàm lượng các muối của can xi và magiê có trong nước. Có thể phân biệt thành ba loại độ cứng : độ cứng tạm thời, độ cứng vĩnh cửu và độ cứng toàn phần. Độ cứng toàn phần biểu thị tổng hàm lượng các muối cacbonat và bicarbonat của canxi và magiê có trong nước. Độ cứng vĩnh cửu biểu thị tổng hàm lượng các muối còn lại của canxi và magiê có trong nước. Độ cứng toàn phần là tổng của hai loại độ cứng trên. Độ cứng có thể được đo bằng độ Đức, kí hiệu là $^\circ\text{dH}$, 1°dH bằng 10 mg CaO hoặc 7,14 mg MgO có trong 1 lít nước, hoặc có thể đo bằng mgdl/l. Trong đó $1 \text{ mgdl/l} = 2,8^\circ\text{dH}$.

Nước có độ cứng cao gây trở ngại cho sinh hoạt và sản xuất : giặt quần áo tốn xà phòng, nấu thức ăn lâu chín, gây đóng cặn nổi hơi, giảm chất lượng sản phẩm...

Độ pH của nước : được đặc trưng bởi nồng độ ion H^+ trong nước ($\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$). Tính chất của nước được xác định theo các giá trị khác nhau của pH. Khi $\text{pH} = 7$ nước có tính trung tính, $\text{pH} < 7$ nước mang tính axit và khi $\text{pH} > 7$ nước có tính kiềm. Nước nguồn có độ pH thấp sẽ gây khó khăn cho quá trình xử lí nước.

Độ kiềm của nước (mgdl/l) : có thể phân biệt thành độ kiềm toàn phần và riêng phần. Độ kiềm toàn phần bao gồm tổng hàm lượng các ion bicarbonat, cacbonat, hydrôxit và anion của các muối của các axit yếu $\text{Kt} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$. Khi nước thiên nhiên có độ màu lớn (> 40 độ coban), độ kiềm toàn phần sẽ bao gồm cả độ kiềm do muối của các axit hữu cơ gây ra. Người ta còn phân biệt độ kiềm riêng phần như : độ kiềm bicarbonat hay độ kiềm hydrat. Độ kiềm của nước có ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ và hiệu quả xử lí nước. Vì thế trong một số trường hợp nước nguồn có độ kiềm thấp, cần thiết phải bổ sung hóa chất để kiềm hóa nước.

Độ ôxi hóa (mg/l O_2 hay KMnO_4) : là lượng ôxi cần thiết để ôxi hóa hết các hợp chất hữu cơ có trong nước. Chỉ tiêu ôxi hóa là đại lượng để đánh giá sơ bộ mức độ nhiễm bẩn của nguồn nước. Độ ôxi hóa của nguồn nước càng cao, chứng tỏ nước bị nhiễm bẩn và chứa nhiều vi trùng.

Hàm lượng sắt (mg/l) : sắt tồn tại trong nước dưới dạng sắt (II) hoặc sắt (III). Trong nước ngầm, sắt thường tồn tại dưới dạng sắt (II) hòa tan của các muối bicarbonat, sunfat, clorua, đôi khi ở dưới dạng keo của axit humic hoặc keo silic. Khi tiếp xúc với ôxi hoặc các chất ôxi hóa, sắt (II) bị ôxi hóa thành sắt (III) và kết tủa thành bông cặn $\text{Fe}(\text{OH})_3$ có màu nâu đỏ. Nước ngầm thường có hàm lượng sắt cao, đôi khi lên tới 30mg/l hoặc có thể còn cao hơn nữa. Nước mặt chứa sắt (III) ở dạng keo hữu cơ hoặc cặn huyền phù, thường có hàm lượng không cao và có thể khử sắt kết hợp với công nghệ khử đục. Việc tiến hành khử sắt chủ yếu đối với các nguồn nước ngầm. Khi trong nước có hàm lượng sắt $> 0,5 \text{ mg/l}$, nước

có mùi tanh khó chịu, làm vàng quần áo khi giặt, làm hư hỏng sản phẩm của ngành dệt, giấy, phim ảnh, đồ hộp và làm giảm tiết diện vận chuyển nước của đường ống.

Hàm lượng mangan (mg/l) : mangan thường được gặp trong nước ngầm ở dạng mangan (II), nhưng với hàm lượng nhỏ hơn sắt rất nhiều. Tuy vậy với hàm lượng mangan $>0,05\text{mg/l}$ đã gây ra các tác hại cho việc sử dụng và vận chuyển nước như sắt. Công nghệ khử mangan thường kết hợp với khử sắt trong nước.

Các hợp chất của axit silic (mg/l) : thường gặp trong nước thiên nhiên ở dạng keo hay iôn hòa tan, tùy thuộc vào độ pH của nước. Nồng độ axit silic trong nước cao gây khó khăn cho việc khử sắt. Trong nước cấp cho nồi hơi áp lực cao, sự có mặt của hợp chất axit silic rất nguy hiểm do cặn silicat lắng đọng trên thành nồi.

Các hợp chất chứa nitơ (mg/l) : tồn tại trong nước thiên nhiên dưới dạng nitrit (HNO_2), nitrat (HNO_3) và amôniac (NH_3). Các hợp chất chứa nitơ có trong nước chứng tỏ nước đã bị nhiễm bẩn bởi nước thải sinh hoạt. Khi mới bị nhiễm bẩn trong nước có cả nitrit, nitrat và amôniac. Sau một thời gian, amôniac và nitrit bị ôxi hóa thành nitrat. Việc sử dụng các loại phân bón nhân tạo cũng làm tăng hàm lượng amôniac trong nước thiên nhiên.

Hàm lượng sunfat và clorua (mg/l) : tồn tại trong nước thiên nhiên dưới dạng các muối natri, canxi, magiê và axit H_2SO_4 , HCl .

Hàm lượng ion Cl^- có trong nước lớn ($> 250\text{mg/l}$) làm cho nước có vị mặn. Các nguồn nước ngầm có hàm lượng clorua lên tới $500 + 1000 \text{ mg/l}$ có thể gây bệnh thận. Nước có hàm lượng sunfat cao ($>250\text{mg/l}$) có tính độc hại cho sức khỏe con người. Lượng Na_2SO_4 có trong nước cao có tính xâm thực đối với bê tông và xi măng poocăng.

Iốt và fluo (mg/l) : thường gặp trong nước dưới dạng ion và chúng có ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người. Hàm lượng fluo có trong nước ăn uống nhỏ hơn $0,7\text{mg/l}$ dễ gây bệnh đau răng, lớn hơn $1,5 \text{ mg/l}$ sinh hỏng men răng. Ở những vùng thiếu iốt thường xuất hiện bệnh bướu cổ, ngược lại nếu nhiều iốt quá cũng gây tác hại cho sức khỏe.

Các chất khí hòa tan (mg/l) : các chất khí O_2 , CO_2 , H_2S trong nước thiên nhiên dao động rất lớn. Khí H_2S là sản phẩm của quá trình phân hủy các chất hữu cơ, phân rác. Khi trong nước có H_2S làm cho nước có mùi trứng thối khó chịu và ăn mòn kim loại. Hàm lượng O_2 hòa tan trong nước phụ thuộc vào nhiệt độ, áp suất, đặc tính của nguồn nước. Các nguồn nước mặt thường có hàm lượng ôxi hòa tan cao do có bề mặt thoáng tiếp xúc trực tiếp với không khí. Nước ngầm có hàm lượng ôxi hòa tan rất thấp hoặc không có, do các phản ứng ôxi hóa khử xảy ra trong lòng đất đã tiêu hao hết ôxi. Khí CO_2 hòa tan đóng vai trò quyết định trong sự ổn định của nước thiên nhiên. Trong kĩ thuật xử lí nước, sự ổn định của nước có vai trò rất quan trọng. Việc đánh giá độ ổn định trong sự ổn định nước được thực hiện bằng cách xác định hàm lượng CO_2 cân bằng và CO_2 tự do. Lượng CO_2 cân bằng là lượng CO_2 đúng bằng lượng iôn HCO_3^- cùng tồn tại trong nước. Nếu trong nước có lượng CO_2 hòa tan vượt quá lượng CO_2 cân bằng, thì nước mất ổn định và sẽ gây ăn mòn bê tông.

1.3. Chỉ tiêu về vi trùng

Trong nước thiên nhiên có rất nhiều loại vi trùng và siêu vi trùng, trong đó có các loại vi trùng gây bệnh rất nguy hiểm đó là : kiết lị, thương hàn, dịch tả, bại liệt... Việc xác định sự có mặt của các loại vi trùng gây bệnh này thường rất khó khăn và mất nhiều thời gian

do sự đa dạng về chủng loại. Vì vậy trong thực tế, người ta áp dụng phương pháp xác định chỉ số vi khuẩn đặc trưng, đó là loại vi khuẩn đường ruột coli. Bản thân vi khuẩn coli là vô hại, song sự có mặt của coli chứng tỏ nguồn nước đã bị nhiễm bẩn phân rác và có khả năng tồn tại các loại vi trùng gây bệnh. Số lượng vi khuẩn coli tương ứng với số lượng vi trùng gây bệnh có trong nước. Đặc tính của vi khuẩn coli là có khả năng tồn tại cao hơn các loại vi trùng gây bệnh khác. Do đó sau khi xử lý, nếu trong nước không còn phát hiện thấy coli, chứng tỏ các loại vi trùng gây bệnh khác đã bị tiêu diệt. Mặt khác việc xác định vi khuẩn coli đơn giản và nhanh chóng. Nên chúng được chọn làm vi khuẩn đặc trưng để xác định mức độ nhiễm vi trùng gây bệnh trong nước. Theo tiêu chuẩn cấp nước ăn uống sinh hoạt (TCXD - 33 : 1985) chỉ số coli không được vượt quá 20 con/1 lít nước. Ngoài ra trong một số trường hợp, người ta xác định số lượng vi khuẩn kị khí để tham khảo thêm trong việc đánh giá mức độ nhiễm bẩn của nguồn nước.

II. CHẤT LƯỢNG NƯỚC YÊU CẦU

2.1. Chất lượng nước cấp cho ăn uống, sinh hoạt

Theo tiêu chuẩn TCXD - 33 : 1985, chất lượng nước ăn uống sinh hoạt phải đạt được những chỉ tiêu về lí hóa học và vi trùng như trong bảng (1.1)

Bảng 1.1 : Chất lượng nước cấp cho ăn uống, sinh hoạt

Các chỉ tiêu về chất lượng nước	Đối với các đô thị	Đối với các trạm lẻ và nông thôn
1	2	3
Độ trong, sneller (cm)	> 30	> 25
Độ màu , thang màu cobalt (độ)	< 10	< 10
Mùi, vị (đậy kín sau khi đun 40 ^o -50 ^o)	Không	Không
Hàm lượng cặn không tan (mg/l)	≤ 3	≤ 20
Hàm lượng cặn sấy khô (mg/l)	< 1000	<1000
Độ pH	6,5 - 8,5	6,5 - 9,5
Độ cứng toàn phần (°dH)	< 12	<15
Muối mặn (mg/l) : vùng ven biển	<400	<500
vùng nội địa	70 - 100	70 - 100
Nitrat (mg/l)	<6	< 6
Nitrit (mg/l)	0	0
Amôniac (mg/l) : đối với nước mặt	0	0
đối với nước ngầm	< 3	< 3
Sunfua hyđrô (mg/l)	0	0
Chì (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Acsen (mg/l)	< 0,05	<0,05
Đồng (mg/l)	<3	<3
Kẽm (mg/l)	<5	<5
Sắt (mg/l)	<0,3	<0,8
Mangan (mg/l)	<0,2	<0,3

1	2	3
Fluo (mg/l)	$0,7 \div 1,5$	$0,7 \div 1,5$
Iốt (mg/l)	$0,005 \div 0,007$	$0,005 \div 0,007$
Chất hữu cơ (mg/l)	$0,5 \div 2$	$2 \div 6$
Canxi	$75 \div 100$	$100 \div 200$
Phốt phát (mg/l)	$1,2 \div 2,5$	$1,2 \div 2,5$
Crôm (mg/l)	có vết	có vết
Xianua (mg/l)	có vết	có vết
Dẫn xuất phenol (mg/l)	0	0
Clo dư (mg/l) : đầu nguồn	$0,5 \div 1$	$0,5 \div 1$
cuối nguồn	$> 0,05$	$> 0,05$
Chỉ số vi khuẩn đường ruột coli (con/lít nước)	< 20	< 20
Vi khuẩn kị khí trong 1ml nước	0	0

2.2. Chất lượng nước cấp cho sản xuất

Chất lượng nước cấp cho sản xuất đòi hỏi rất khác nhau, tùy thuộc vào mục đích sử dụng của mỗi ngành công nghiệp, có thể chia ra các loại như sau :

+ Nước cấp cho ngành công nghiệp thực phẩm, công nghiệp dệt, giấy, phim ảnh... yêu cầu chất lượng đạt được như nước ăn uống sinh hoạt.

+ Nước để làm nguội gần như là nhu cầu chung của rất nhiều ngành công nghiệp và chiếm một số lượng rất lớn (ví dụ : làm nguội các thiết bị hóa chất các lò đúc gang, thiết bị ngưng tụ của máy và tuốc bin hơi, thiết bị làm nguội không khí...) nước làm nguội yêu cầu hàm lượng cặn và độ cứng tạm thời nhỏ và nhiệt độ càng thấp càng tốt.

+ Nước cấp cho nồi hơi yêu cầu chất lượng cao. Nước không được có cặn, độ cứng toàn phần phải rất nhỏ. (Đối với nồi hơi có áp lực $13 \div 16$ at, độ cứng toàn phần không được quá $0,1^{\circ}\text{dH}$. Nồi hơi có áp lực 52 at, độ cứng toàn phần nhỏ hơn $0,05^{\circ}\text{dH}$ và nồi hơi có áp lực lớn hơn 112 at, độ cứng toàn phần luôn phải nhỏ hơn $0,01^{\circ}\text{dH}$). Ngoài ra phải hạn chế tối mức thấp nhất sự có mặt của các hợp chất axit silic (H_2SiO_3).

III. CÁC BIỆN PHÁP VÀ DÂY CHUYỀN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC.

3.1. Các biện pháp xử lý cơ bản

Trong quá trình xử lý nước cấp, cần phải áp dụng các biện pháp xử lý như sau :

+ Biện pháp cơ học : dùng các công trình và thiết bị để làm sạch nước như : song chắn rác, lưới chắn rác, bể lắng, bể lọc.

+ Biện pháp hóa học : dùng các hóa chất cho vào nước để xử lý nước như : dùng phèn làm chất keo tụ, dùng vôi để kiềm hóa nước, cho clo vào nước để khử trùng.

+ Biện pháp lý học : dùng các tia vật lý để khử trùng nước như tia tử ngoại, sóng siêu âm. Điện phân nước biển để khử muối. Khử khí CO_2 hòa tan trong nước bằng phương pháp làm thoáng.

Trong 3 biện pháp xử lý nước nêu ra trên đây thì biện pháp cơ học là biện pháp xử lý nước cơ bản nhất. Có thể dùng biện pháp cơ học để xử lý nước một cách độc lập hoặc kết hợp với biện pháp hóa học và lý học để rút ngắn thời gian và nâng cao hiệu quả xử lý nước. Trong thực tế, để đạt được mục đích xử lý một nguồn nước nào đấy một cách kinh tế và hiệu quả nhất phải thực hiện quá trình xử lý bằng sự kết hợp của nhiều phương pháp.

Thực ra cách phân chia các biện pháp xử lý như trên chỉ là tương đối, nhiều khi bản thân biện pháp xử lý này lại mang cả tính chất của biện pháp khác.

3.2. Dây chuyền công nghệ xử lý nước

Quá trình xử lý nước phải qua nhiều công đoạn, mỗi công đoạn được thực hiện trong các công trình đơn vị khác nhau. Tập hợp các công trình đơn vị theo trình tự từ đầu đến cuối gọi là dây chuyền công nghệ xử lý nước. Căn cứ vào các chỉ tiêu phân tích của nước nguồn, yêu cầu chất lượng nước sử dụng có thể xây dựng được các sơ đồ công nghệ xử lý khác nhau và được phân loại như sau :

1. Theo mức độ xử lý chia ra : xử lý triệt để và không triệt để.

+ Xử lý triệt để : chất lượng nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn ăn uống sinh hoạt hoặc đạt yêu cầu nước cấp cho công nghiệp đòi hỏi tiêu chuẩn cao hơn nước sinh hoạt (ví dụ : nước cấp cho nồi hơi áp lực cao)

+ Xử lý không triệt để : yêu cầu chất lượng nước sau xử lý thấp hơn nước ăn uống sinh hoạt. Sơ đồ công nghệ này chủ yếu dùng trong một số ngành công nghiệp như : làm nguội, rửa sản phẩm...

2. Theo biện pháp xử lý chia ra : sơ đồ công nghệ có keo tụ và không có keo tụ

+ Sơ đồ không dùng chất keo tụ : áp dụng cho trạm xử lý có công suất nhỏ, quản lý thủ công hoặc xử lý sơ bộ

+ Sơ đồ có dùng chất keo tụ : dùng cho trạm xử lý có công suất bất kì, hiệu quả xử lý đạt được cao hơn kể cả đối với nguồn nước có độ đục và độ màu cao.

3. Theo số quá trình hoặc số bậc quá trình xử lý chia ra :

+ Một hoặc nhiều quá trình : lắng hay lọc độc lập hoặc lắng lọc kết hợp (gồm hai quá trình).

+ Một hay nhiều bậc quá trình : lắng, lọc sơ bộ rồi lọc trong (gồm hai bậc lọc)

4. Theo đặc điểm chuyển động của dòng nước chia ra : tự chảy hay có áp

+ Sơ đồ tự chảy : nước từ công trình xử lý này tự chảy sang công trình xử lý tiếp theo. Sơ đồ này dùng phổ biến và áp dụng cho các trạm xử lý có công suất bất kì

+ Sơ đồ có áp : nước chuyển động trong các công trình kín (sơ đồ có bể lọc áp lực). thường dùng trong trạm xử lý có công suất nhỏ hoặc hệ thống tạm thời.

Thành phần các công trình đơn vị trong dây chuyền xử lý nước cấp cho ăn uống sinh hoạt thay đổi theo mỗi loại nguồn nước và được đặc trưng bởi các quá trình xử lý nước. Trong dây chuyền xử lý nước mặt, chủ yếu là các công trình làm trong nước và khử trùng nước. Trong dây chuyền xử lý nước ngầm, chủ yếu là công trình khử sắt và khử trùng.

Làm trong nước : tức là khử đục và khử màu của nước, được thực hiện trong các bể lắng và bể lọc. Trong thực tế để tăng nhanh và nâng cao hiệu quả làm trong nước, người ta thường cho thêm vào nước chất phản ứng (phèn nhôm, phèn sắt). Khi đó đây chuyển công nghệ xử lý nước mặt có thêm các công trình như bể trộn và bể phản ứng.

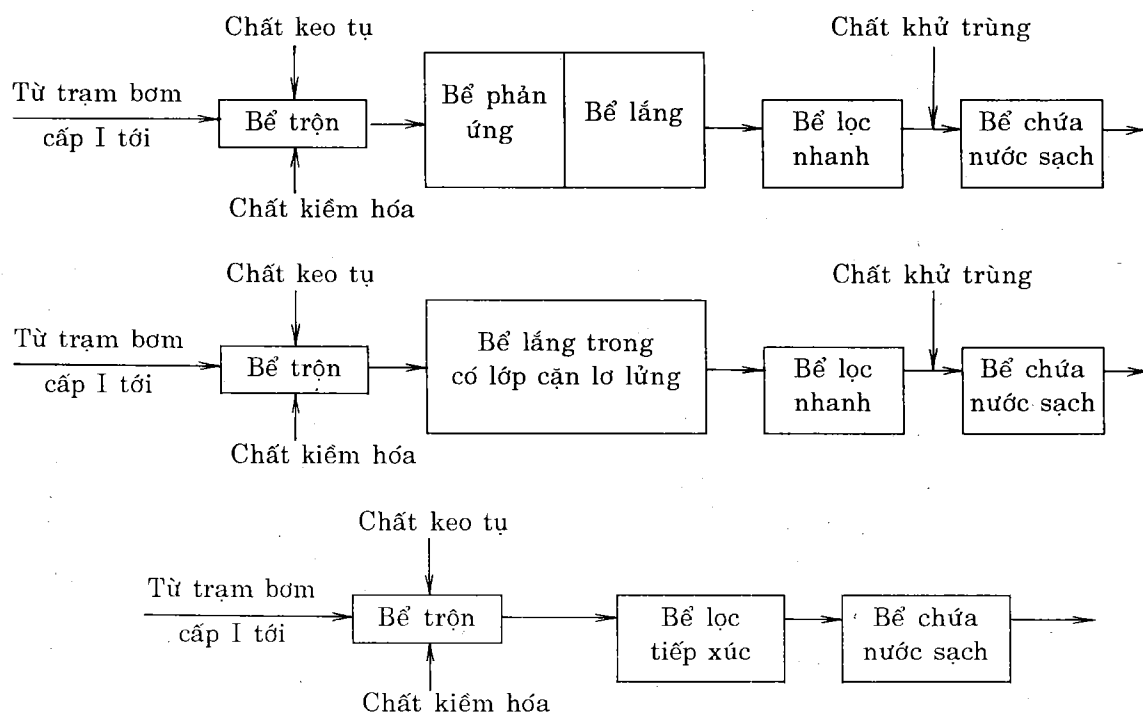
+ Khử sắt : được thực hiện trong công trình làm thoáng tự nhiên (dàn mưa) làm thoáng nhân tạo (thùng quạt gió) bể lắng tiếp xúc, bể lọc.

+ Khử trùng : chất khử trùng được sử dụng phổ biến hiện nay là các hợp chất clo : clorua vôi, nước javen, clo lỏng được đưa vào đường ống dẫn nước từ bể lọc sang bể chứa hoặc đưa trực tiếp vào bể chứa. Để khử trùng có hiệu quả phải đảm bảo thời gian tiếp xúc giữa clo và nước tối thiểu là 30 phút. Ngoài ra có thể dùng ôzôn, các tia vật lý (tia tử ngoại), sóng siêu âm để diệt trùng.

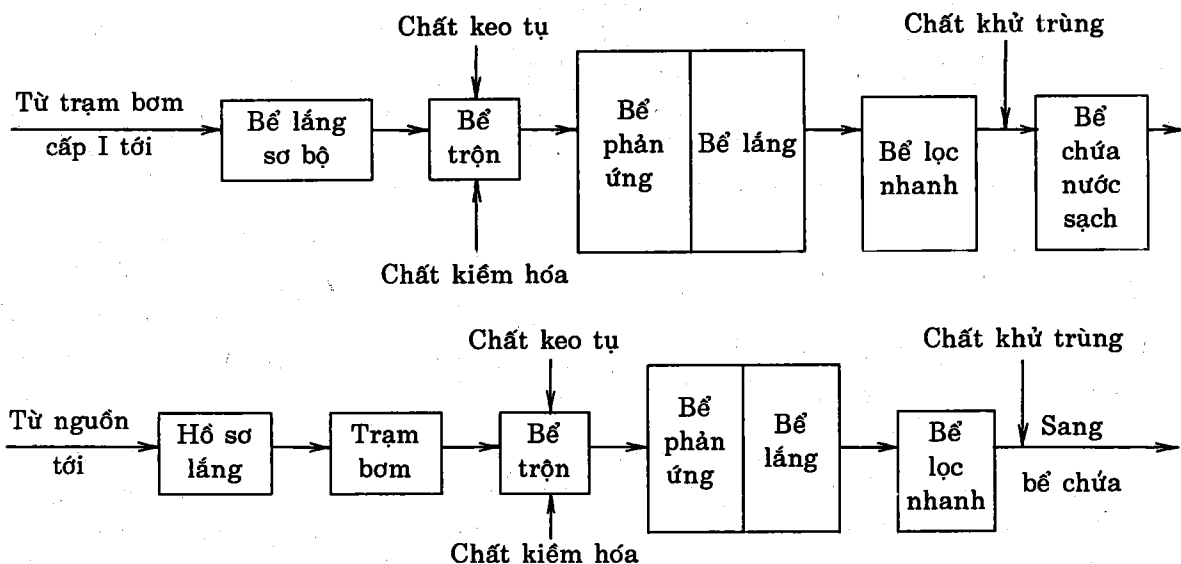
Đối với dây chuyền công nghệ xử lý nước cấp cho công nghiệp, tùy theo yêu cầu của từng ngành sản xuất mà có thể giảm bớt một số công trình đơn vị trong dây chuyền công nghệ xử lý nước ăn uống (nước làm nguội, nước rửa sản phẩm...) hay có thể bổ sung thêm một số công trình để khử thêm một số chất không có lợi cho ngành sản xuất đó (nước cấp cho nồi hơi có áp lực cao).

Sau đây là một số sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nước ăn uống sinh hoạt được sử dụng phổ biến ở Việt Nam hiện nay. Để xử lý nước mặt có thể dùng các sơ đồ sau :

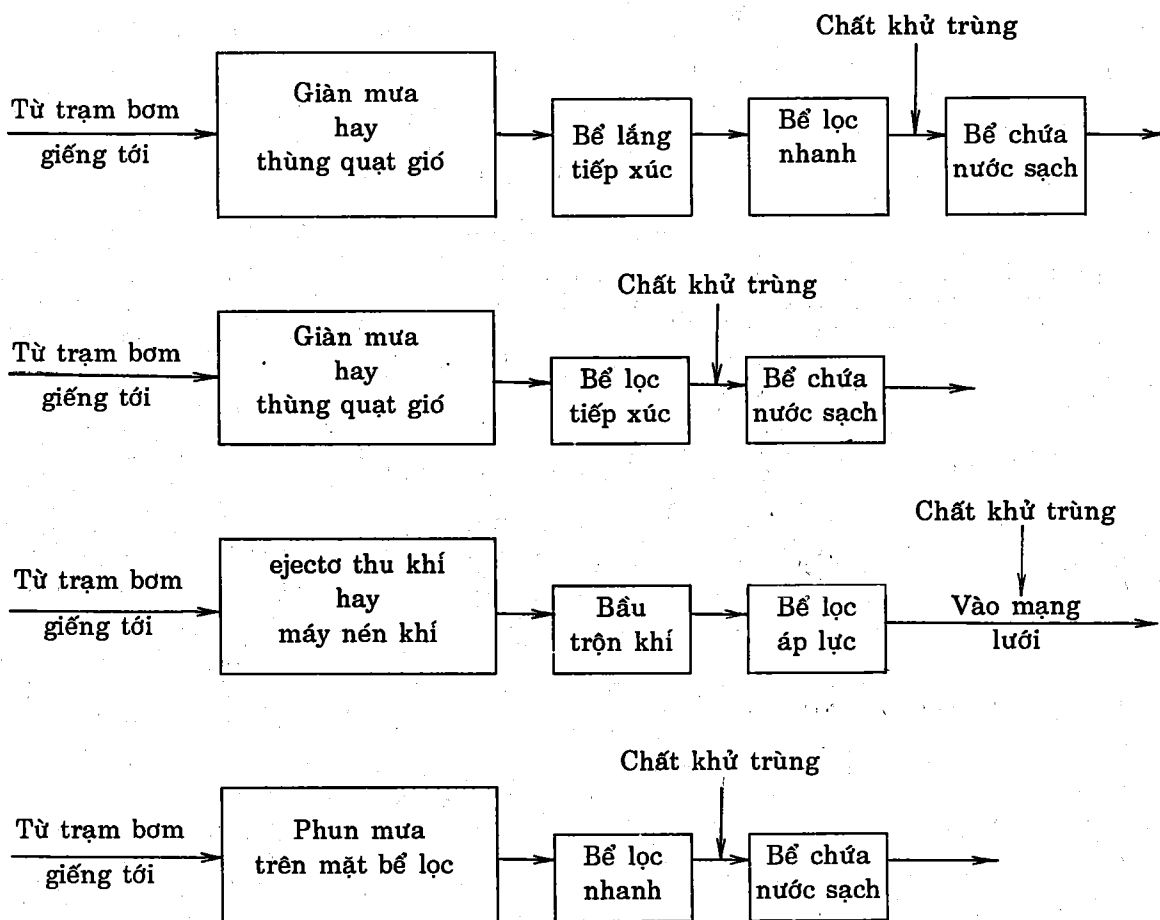
Khi nước nguồn có hàm lượng cặn ≤ 2500 mg/l :



Khi nước nguồn có hàm lượng cặn > 2500mg/l, có thể sử dụng sơ đồ sau :



Để xử lý nước ngầm có thể dùng các sơ đồ sau :



Phạm vi sử dụng của mỗi loại sơ đồ dây chuyền công nghệ trình bày trên đây lấy theo tiêu chuẩn TCXD - 33 : 1985 và được ghi trong bảng (1.2). Ngoài ra trong bảng (1.2) còn đề xuất thêm một số loại sơ đồ khác nữa cũng có thể sử dụng để xử lý nước ăn uống sinh hoạt. Để nâng cao hiệu quả xử lý nước, TCXD - 33 : 1985 đưa ra các biện pháp hóa học bổ xung và các hóa chất sử dụng ghi trong bảng (1.3). Căn cứ vào chỉ tiêu chất lượng của từng loại nguồn nước, có thể có biện pháp xử lý hóa học khác nhau, kết hợp với biện pháp xử lý cơ học để có thể tạo nên một sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nước phù hợp. Thành phần các công trình trong dây chuyền công nghệ xử lý nước có thể lấy theo tiêu chuẩn TCXD - 33 : 1985 như trong bảng (1.2)

Bảng 1.2

Thành phần các công trình chính của dây chuyền công nghệ	Điều kiện sử dụng,		
	Chất lượng nước nguồn		Công suất trạm xử lý (m ³ /ngày đêm)
	Hàm lượng cặn không tan (mg/l)	Độ màu cobalt (độ)	
1	2	3	4
I- Xử lý nước mặt đục và có màu			
A- Xử lý nước có dùng phèn			
1- Trạm có bể lọc nhanh			
a) Bể lọc áp lực	đến 50	đến 80	đến 3000
b) Bể lọc	đến 30	đến 50	bất kì
c) Bể lắng đứng, bể lọc	đến 2500	bất kì	đến 3000
d) Bể lắng trong, bể lọc	đến 2500	bất kì	đến 3000
e) Bể lắng ngang, bể lọc	đến 2500	bất kì	trên 3000
f) Bể lắng sơ bộ, bể lắng, bể lọc	trên 2500	bất kì	bất kì
g) Bể lọc hạt to làm trong một phần	đến 80	đến 150	bất kì
2- Bể lọc tiếp xúc	đến 150	đến 150	bất kì
3- Bể lắng hoặc bể lắng trong để làm sạch một phần	đến 2500	bất kì	bất kì
B- Xử lý nước không dùng phèn			
4- Trạm xử lý có bể lọc chậm			
a) Khi phục hồi phải lấy cát ra	đến 50	đến 50	đến 1000
b) Khi phục hồi không phải lấy cát ra (xối bằng cơ khí và rửa bằng nước)	đến 700	đến 50	đến 30.000
c) Bể lọc sơ bộ, bể lọc chậm phục hồi bằng cơ giới	đến 1000	đến 50	đến 30.000
5- Bể lọc hạt to làm trong một phần	đến 150	đến 150	bất kì
II- Xử lý nước ngầm chứa sắt			
1- Giàn mưa (công trình làm thoáng tự nhiên) lọc phá hay lọc tiếp xúc, lọc chậm	Hàm lượng sắt bất kì sau khi làm thoáng : pH ≥ 7 ; độ kiềm ≥ 2 mgdl/l		đến 2400
	H ₂ S ≤ 0,2 mg/l. NH ₄ < 1mg/l		bất kì
2- Giàn mưa, bể lắng tiếp xúc, lọc nhanh hoặc giàn mưa, lọc tiếp xúc	độ ôxi hóa ≤ (0,15 Fe ²⁺)		bất kì

1	2	4
3- Công trình làm thoáng cưỡng bức dùng quạt gió, bể tiếp xúc, lọc nhanh hoặc công trình làm thoáng dùng quạt gió, lọc tiếp xúc 4- Ejector thu khí, lọc áp lực 5- Máy nén khí, lọc áp lực 6- Phun mưa trên mặt bể lọc lọc nhanh hoặc lọc tiếp xúc	Hàm lượng sắt < 12mg/l pH ≥ 6,8 Hàm lượng sắt < 9 mg/l pH > 7	< 500 bất kì bất kì bất kì

Các biện pháp hóa học bổ sung và các hóa chất sử dụng lấy theo TCXD - 33 : 1985 và được ghi trong bảng (1.3)

Bảng 1.3

Chỉ tiêu chất lượng nước	Phương pháp xử lý hóa học	Hóa chất sử dụng
Nước có độ đục cao	Đánh phèn. Xử lý bằng chất phụ trợ keo tụ	Phèn nhôm, phèn sắt chất phụ trợ keo tụ : poliacrilamid, axit silic, hoạt hóa...
Nước có độ màu cao, có nhiều chất hữu cơ và phù du sinh vật	Clo hóa trước, đánh phèn xử lý bằng chất phụ trợ keo tụ, ôzôn hóa	Clo phèn chất phụ trợ keo tụ, ôzôn
Độ kiềm thấp	Kiểm hóa nước	Vôi, xôđa, xút
Có mùi và vị	Cacbon hóa, clo hóa trước, clo hóa trước kèm amôniac hóa, xử lý bằng Kali	Than hoạt tính, clo lỏng, Kali permanganat, amôniac, ôzôn.
Nước có nhiều muối cứng	Khử cacbon, làm mềm bằng vôi, xôđa, trao đổi ion	Vôi, xôđa, phèn (sắt clorua) muối ăn, axit sunfuric
Hàm lượng muối cao hơn tiêu chuẩn	Trao đổi ion, điện phân, chưng cất	axit sunfuric
Có hydro sunfua (H ₂ S)	axit hóa, làm thoáng, clo hóa, đánh phèn	axit sunfuric, xôđa, xút, vôi
Nhiều ôxi hòa tan	Liên kết bằng các chất khử	Sunfat hoặc natri thiosunfat Khí sunfuro, hydrazin
Nước không ổn định trị số bão hòa thấp (ăn mòn)	Permanganat, ôzôn hóa, kiểm hóa, phốt phát hóa	Vôi, xôđa, phốt phát natri
Nước không ổn định có chỉ số bão hòa cao	axit hóa, phốt phát hóa	axit sunfuric, phốt phát natri
Nước có vi trùng	Clo hóa, ôzôn hóa	Clo, vôi, xôđa, phèn Kali permanganat
Nước có nhiều sắt	Làm thoáng, clo hóa, kiểm hóa, đánh phèn bằng kali permanganat lọc kation	

Chương II

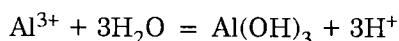
KEO TỤ

I. KEO TỤ VÀ CÁC HÓA CHẤT DÙNG ĐỂ KEO TỤ

Trong nước sông, suối, hồ, ao,... thường chứa các hạt cặn có nguồn gốc thành phần và kích thước rất khác nhau. Đối với các loại cặn này dùng biện pháp xử lý cơ học trong công nghệ xử lý nước như lắng lọc có thể loại bỏ được các cặn có kích thước lớn hơn 10^{-4} mm. Còn các hạt có kích thước nhỏ hơn 10^{-4} mm không thể tự lắng được, mà luôn tồn tại ở trạng thái lơ lửng. Muốn loại bỏ các hạt cặn lơ lửng, phải dùng biện pháp xử lý cơ học kết hợp với biện pháp hóa học, tức là cho vào nước cần xử lý các chất phản ứng, để tạo ra các hạt keo có khả năng dính kết lại với nhau và dính kết các hạt cặn lơ lửng có trong nước, tạo thành các bông cặn lớn hơn có trọng lượng đáng kể. Do đó các bông cặn mới tạo thành dễ dàng lắng xuống ở bể lắng và bị giữ lại trong bể lọc (lý thuyết keo tụ đã được trình bày trong giáo trình hoá nước và vi sinh).

Để thực hiện quá trình keo tụ, người ta cho vào nước các chất phản ứng thích hợp như : phèn nhôm $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; phèn sắt loại FeSO_4 hoặc loại FeCl_3 . Các loại phèn này được đưa vào nước dưới dạng dung dịch hòa tan.

Dùng phèn nhôm : Khi cho phèn nhôm vào nước, chúng phân li thành các ion Al^{3+} , sau đó các ion này bị thủy phân thành $\text{Al}(\text{OH})_3$



Trong phản ứng thủy phân trên đây, ngoài $\text{Al}(\text{OH})_3$ là nhân tố quyết định đến hiệu quả keo tụ được tạo thành, còn giải phóng ra các ion H^+ . Các ion H^+ này sẽ được khử bằng độ kiềm tự nhiên của nước (được đánh giá bằng HCO_3^-). Trường hợp độ kiềm tự nhiên của nước thấp, không đủ để trung hòa ion H^+ thì cần phải kiềm hóa nước. Chất dùng để kiềm hóa thông dụng nhất là vôi (CaO). Một số trường hợp khác có thể dùng xôđa (Na_2CO_3) ; hoặc xút (NaOH).

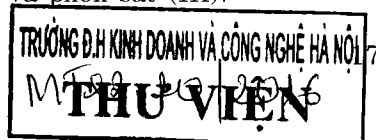
Độ pH của nước có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình thủy phân. Khi $\text{pH} > 4,5$ thì không xảy ra quá trình thủy phân. Khi $\text{pH} > 7,5$ làm cho muối kiềm kém tan ít đi và hiệu quả keo tụ bị hạn chế. Thông thường phèn nhôm đạt được hiệu quả keo tụ cao nhất khi nước có $\text{pH} = 5,5 \div 7,5$.

Yếu tố nhiệt độ cũng có ảnh hưởng đến quá trình keo tụ. Nhiệt độ của nước cao, tốc độ keo tụ xảy ra nhanh chóng, hiệu quả keo tụ đạt được càng cao, giảm lượng phèn cho vào nước. Độ đục của nước nguồn càng cao, thì ảnh hưởng của nhiệt độ càng rõ rệt. Nhiệt độ của nước thích hợp khi dùng phèn nhôm vào khoảng $20 \div 40^\circ\text{C}$, tốt nhất là $35 \div 40^\circ\text{C}$.

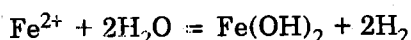
Ngoài ra còn có một số nhân tố khác cũng ảnh hưởng đến quá trình keo tụ như : các thành phần ion có trong nước, các hợp chất hữu cơ, liều lượng phèn, điều kiện khuấy trộn, môi trường phản ứng...

Trong các công nghệ xử lý nước người ta hay dùng phèn nhôm sạch loại chứa 45% $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ và không ngâm nước làm chất keo tụ. Loại phèn này có màu trắng đục và ở dạng cục.

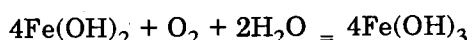
Dùng phèn sắt : phèn sắt chia làm hai loại : phèn sắt (II) và phèn sắt (III).



Phèn sắt II (FeSO_4) khi cho vào nước phân li thành Fe^{2+} và bị thủy phân thành Fe(OH)_2 :

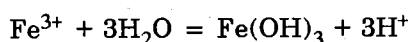


Fe(OH)_2 vừa được tạo thành vẫn còn độ hòa tan trong nước lớn, khi trong nước có ôxi hòa tan, Fe(OH)_2 sẽ bị ôxi hóa thành Fe(OH)_3 .



Quá trình ôxi hóa chỉ diễn ra tốt khi pH của nước đạt được trị số $\text{pH} = 8 \div 9$ và nước phải có độ kiềm cao. Vì vậy thường dùng loại phèn này khi cần kết hợp với làm mềm nước. Ngoài ra nếu nước thiên nhiên có nhiều keo hữu cơ thì dùng phèn sắt (II) không thích hợp. Phèn sắt FeSO_4 kĩ thuật ở dạng tinh thể trong, màu xanh lơ, khi tiếp xúc với không khí bị ôxi hóa thành màu đỏ sẫm có chứa $47 \div 53\% \text{FeSO}_4$.

Phèn sắt III loại FeCl_3 hoặc $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ khi cho vào nước phân li thành Fe^{3+} và bị phân hủy thành Fe(OH)_3



Vì phèn sắt III không bị ôxi hóa nên không cần nâng cao pH của nước như sắt II. Phản ứng thủy phân xảy ra khi $\text{pH} > 3,5$ và quá trình kết tủa sẽ hình thành nhanh chóng khi $\text{pH} = 5,5 \div 6,5$. Phèn sắt III khi thủy phân ít bị ảnh hưởng của nhiệt độ, vì vậy nhiệt độ của nước $\approx 0^\circ\text{C}$ vẫn có thể dùng phèn sắt III làm chất keo tụ. So sánh keo của phèn nhôm và phèn sắt được tạo thành cho thấy : Độ hòa tan của keo Fe(OH)_3 trong nước nhỏ hơn Al(OH)_3 . Tỉ trọng của keo $\text{Fe(OH)}_3 = 1,5$ Al(OH)_3 trọng lượng đơn vị của $\text{Al(OH)}_3 = 2,4$ còn của $\text{Fe(OH)}_3 = 3,6$ do vậy keo sắt tạo thành vẫn lắng được khi trong nước có ít chất huyền phù.

- Liều lượng phèn FeCl_3 dùng để kết tủa chỉ bằng $1/3 \div 1/2$ liều lượng phèn nhôm
- Phèn sắt ít bị ảnh hưởng của nhiệt độ và giới hạn pH rộng
- Nhưng phèn FeCl_3 ăn mòn đường ống mạnh hơn phèn nhôm (vì trong quá trình phản ứng, phèn FeCl_3 tạo ra axit HCl). Ở nước ta, người ta vẫn quen dùng phèn nhôm. Để khắc phục một số nhược điểm của mỗi loại có thể dùng kết hợp cả phèn sắt và phèn nhôm (gọi là kết tủa hỗn hợp). Tỉ lệ hỗn hợp giữa phèn sắt và phèn nhôm tương ứng là 1:1 hoặc 2:1. Kết tủa hỗn hợp thích hợp nhất vào mùa lạnh.

Trên thực tế, việc chọn loại phèn, tính toán liều lượng phèn và liều lượng chất kiềm hóa cần phải được xác định bằng thực nghiệm.

Khi không có điều kiện làm thí nghiệm, có thể xác định liều lượng phèn như sau :

1- Khi xử lí nước đục : lượng phèn nhôm cần thiết lấy theo TCXD - 33 : 1985 được ghi trong bảng (2-1).

Bảng 2-1 : Liều lượng phèn để xử lí nước đục

Hàm lượng cặn của nước nguồn (mg/l)	Liều lượng phèn nhôm $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ không chứa nước (mg/l)
1	2
đến 100	25 ÷ 35
101 ÷ 200	30 ÷ 45
201 ÷ 400	40 ÷ 60

1	2
401 ÷ 600	45 ÷ 70
601 ÷ 800	55 ÷ 80
801 ÷ 1000	60 ÷ 90
1001 ÷ 1400	65 ÷ 105
1401 ÷ 1800	75 ÷ 115
1801 ÷ 2200	80 ÷ 125
2201 ÷ 2500	90 ÷ 130

Ghi chú :

- Trị số nhỏ dùng cho nước có nhiều cặn lớn.

- Khi dùng bể lọc tiếp xúc hay bể lọc làm việc theo nguyên lý keo tụ trong lớp vật liệu lọc thì lượng phèn lấy nhỏ hơn trị số ở bảng (2.1) và công thức (2.1) khoảng 10 ÷ 15%

2- *Khi xử lý nước có màu* : liều lượng phèn nhôm được xác định theo công thức (2.1)

$$P_{Al} = 4\sqrt{M} \text{ (mg/l)} \quad (2.1)$$

Trong đó : P_{Al} : Liều lượng phèn nhôm tính theo sản phẩm không chứa nước

M : Độ màu của nước nguồn tính bằng độ theo thang màu, platin, coban.

3- *Khi xử lý nước vừa đục vừa có màu* thì lượng phèn được xác định cả theo bảng (2.1) và công thức (2.1), rồi chọn lấy giá trị lớn hơn. Nếu dùng phèn sắt liều lượng phèn có thể lấy bằng 1/3 ÷ 1/2 giá trị của phèn nhôm tính theo bảng (2.1) và công thức (2.1)

Khi độ kiềm của nước thấp, cần kiểm hóa nước. Liều lượng chất kiểm hóa tính theo công thức (2.2)

$$P_k = e_1 (P_P/e_2 - K_l + 1) 100/c \text{ (mg/l)} \quad (2.2)$$

Trong đó : P_k : Hàm lượng chất kiểm hóa (mg/l)

P_P : Hàm lượng phèn cần thiết dùng để keo tụ (mg/l)

e_1, e_2 : Trọng lượng đương lượng của chất kiểm hóa và của phèn, (mg/mgdl), lấy như sau :

Đối với chất kiểm hóa là : CaO ; $e_1 = 28$

Na_2CO_3 ; $e_1 = 53$

NaOH ; $e_1 = 40$

Đối với chất keo tụ là : $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; $e_2 = 57$

FeCl_3 ; $e_2 = 54$

FeSO_4 ; $e_2 = 70$

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; $e_2 = 67$

K_l : Độ kiềm nhỏ nhất của nước nguồn (mgdl/l)

1 : Độ kiềm dự phòng của nước (mgdl/l)

C : Tỷ lệ chất kiểm hóa nguyên chất có trong sản phẩm sử dụng (%)

Nếu trong kết quả tính toán theo công thức (2.2), P_k có giá trị âm nghĩa là độ kiềm tự nhiên của nước đủ đảm bảo cho quá trình thủy phân phèn, trường hợp này không cần phải kiểm hóa nước.

Khi trong nước nguồn có độ màu cao, nhiều hợp chất hữu cơ, phù du sinh vật cần phải clo hóa sơ bộ để phá vỡ thể ổn định của các chất keo được bảo vệ cản trở quá trình keo tụ trước khi cho phèn vào nước. Liều lượng Clo để Clo hóa sơ bộ theo TCXD - 33 : 1985 có thể lấy bằng $3 \div 6 \text{ mg/l}$.

Để tăng cường quá trình keo tụ, tăng hiệu suất làm việc của các công trình xử lý, có thể dùng thêm các chất phụ trợ keo tụ cho vào cùng với phèn. Chất phụ trợ keo tụ có thể là các hợp chất cao phân tử như pôliacrilamit (PAA) hoặc axit silic hoạt hóa (theo SiO_2). Liều lượng các chất phụ trợ (khi cho vào nước trước bể lắng) lấy như sau :

- Nếu dùng pôliacrilamit : lấy bằng $0,1 \div 1,5 \text{ mg/l}$
- Nếu dùng axit silic hoạt hóa (SiO_2) lấy bằng $2 \div 3 \text{ mg/l}$

Sau đó, cần kiểm tra độ ổn định của nước sau khi keo tụ theo chỉ số ổn định I. Nếu chỉ số $I = \pm 0,25$ thì nước được coi là ổn định. Nếu I nằm ngoài khoảng này thì phải có biện pháp xử lý ổn định nước. (công thức kiểm tra độ ổn định của nước và các biện pháp xử lý ổn định nước đã được giới thiệu trong giáo trình hóa nước).

II. CÁC THIẾT BỊ VÀ CÔNG TRÌNH CỦA QUÁ TRÌNH KEO TỤ

Quá trình keo tụ các chất phản ứng được thực hiện trong một số công trình và thiết bị theo các công đoạn như sau :

2.1. Các công trình chuẩn bị dung dịch phèn

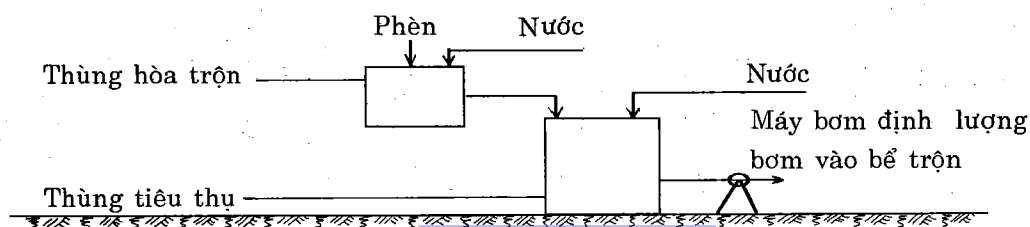
- Các công trình và thiết bị chuẩn bị dung dịch và định liều lượng chất phản ứng gồm : thùng hòa trộn, thùng tiêu thụ, thiết bị định liều lượng chất phản ứng.
- Các công trình hòa trộn đều dung dịch chất phản ứng với nước nguồn cần xử lý như : ống trộn, bể trộn.
- Các công trình tạo điều kiện cho phản ứng tạo bông kết tủa xảy ra hoàn toàn : ngăn phản ứng, bể phản ứng.

Ngoài các công trình và thiết bị trên đây còn cần có : kho chứa hóa chất, thiết bị vận chuyển hóa chất, cân đo lường hóa chất bơm hóa chất và các ống dẫn hóa chất...

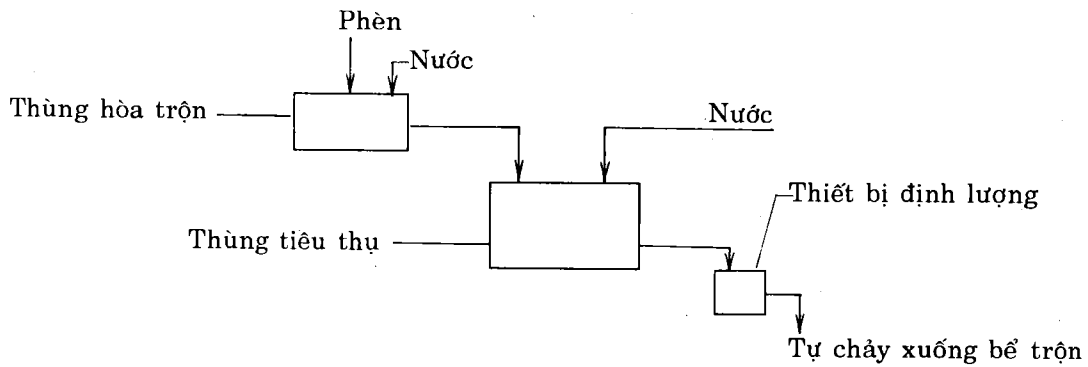
Sau đây sẽ trình bày cụ thể cách bố trí, cấu tạo, nguyên tắc làm việc và cách tính toán các công trình, thiết bị của quá trình keo tụ và nước nguồn cần xử lý. Phèn cục thường chứa nhiều tạp chất và hòa tan chậm, để đảm bảo cho phèn được hòa tan đều trong nước người ta pha phèn làm hai bậc. Trước tiên, phèn cục được đưa vào bể hòa trộn để hòa tan thành dung dịch có nồng độ cao và loại bỏ cặn bẩn. Sau đó dung dịch này được dẫn sang bể tiêu thụ để pha loãng thành nồng độ sử dụng.

Trên thực tế, các công trình chuẩn bị dung dịch phèn có thể bố trí theo 3 dạng sơ đồ sau :

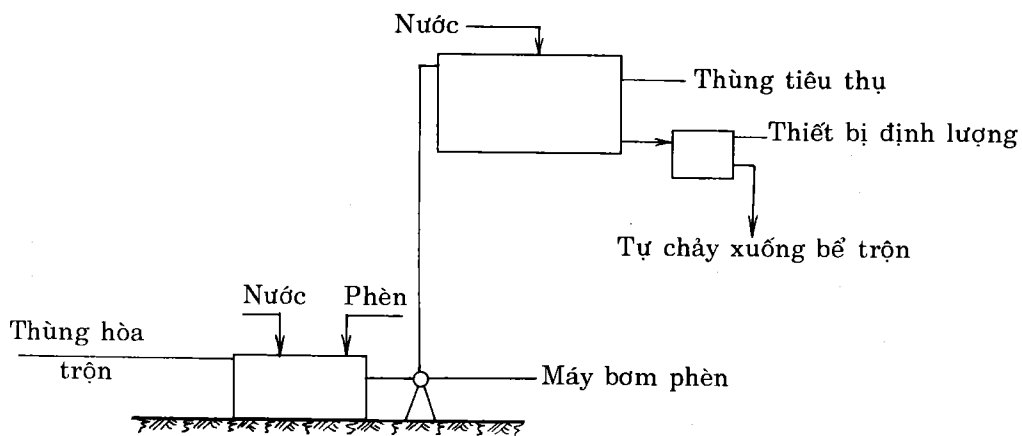
Sơ đồ 1 : Dùng máy bơm định lượng



Sơ đồ 2 : Tự chảy vào bể trộn



Sơ đồ 3 : Công trình dạng kết hợp

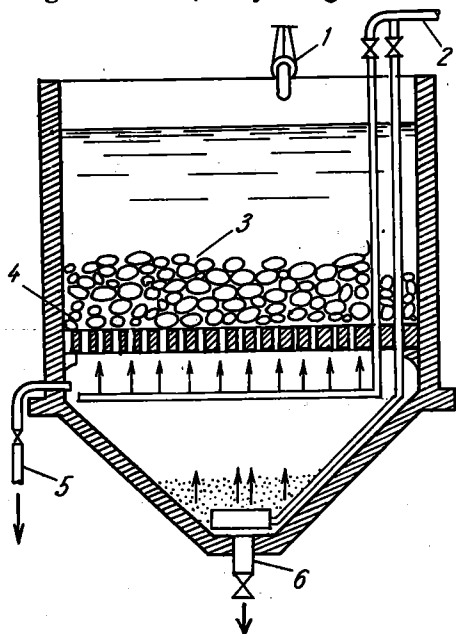


Lựa chọn loại sơ đồ nào là tùy thuộc vào công suất trạm xử lý. Đối với những trạm xử lý có công suất nhỏ có thể xây dựng theo sơ đồ 1, trạm có công suất lớn theo sơ đồ 2, hoặc trạm có công suất vừa và lớn dùng theo sơ đồ 3.

Bể hòa trộn phèn : Có nhiệm vụ hòa tan phèn cục và lắng cặn bẩn. Nồng độ dung dịch phèn trong bể hòa trộn thường cao nhưng không được vượt quá nồng độ bão hòa. Theo TCXD - 33 : 1985 có thể lấy nồng độ dung dịch phèn trong bể hòa trộn trong khoảng $10 \div 17\%$. Để hòa tan phèn và trộn đều trong bể có thể dùng không khí nén, máy khuấy hoặc bơm tuần hoàn. Đối với trạm có công suất nhỏ có thể dùng biện pháp khuấy trộn thủ công.

Trên hình (2.1) giới thiệu một kiểu bể hòa trộn phèn khuấy trộn bằng cách sục khí nén. Bể này thường xây dựng ở những trạm xử lý có công suất lớn (lớn hơn $20.000\text{m}^3/\text{ngày đêm}$). Bể hòa trộn kiểu này có thể xây gạch hoặc bê tông cốt thép. Sàn đỡ phèn gồm các thanh gỗ xếp cách nhau từ $10 \div 15\text{mm}$. Lớp sàn đỡ đặt cách đáy bể $0,5 \div 0,6\text{mm}$, bên dưới sàn đỡ đặt một dàn ống phân phối khí nén. Ống dẫn khí phải được làm bằng vật liệu chịu axit có thể là ống nhựa hoặc thép chống ăn mòn. Tốc độ không khí trong ống lấy bằng $10 \div 15\text{m/s}$. Các ống phân phối khí nén có khoan một hoặc hai hàng lỗ nghiêng 45° so với phương thẳng đứng và hướng xuống phía dưới. Đường kính lỗ $d = 3 \div 4\text{mm}$, tốc

độ khí qua lỗ bằng $20 \div 30$ m/s. Áp lực không khí nén lấy bằng $1 \div 1,5$ at, cường độ sục khí trong bể hòa trộn lấy bằng $8 \div 10$ l/sm².



Hình 2-1 : Bể pha phèn sục bằng không khí nén

- 1- Vòi nước
- 2- Ống gió
- 3- Phèn
- 4- Ghi đỡ phèn
- 5- Ống dẫn dung dịch hóa chất sang bể định lượng
- 6- Ống xả.

Lưu lượng gió thổi vào bể tính theo công thức (2.3)

$$Q_{\text{gió}} = 0,06 \cdot W \cdot F \text{ (m}^3\text{/phút)} \quad (2.3)$$

Trong đó : W : Cường độ sục khí trong bể (l/sm²)

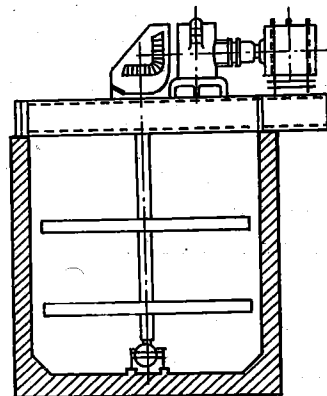
F : Diện tích bề mặt bể (m²)

Quá trình hòa tan phèn cực kéo dài từ $2 \div 3$ giờ. Sau đó tắt khí nén để dung dịch phèn lắng trong khoảng $2 \div 3$ giờ nữa rồi mới đưa sang bể tiêu thụ.

Bể hòa trộn phèn phải được thiết kế với tường đáy nghiêng một góc $45 \div 50^\circ$ so với mặt phẳng nằm ngang. Đường ống dẫn nước sạch vào bể phải chọn trên cơ sở làm đầy dung tích bể không quá 1 giờ. Để xả cặn, bể phải bố trí ống xả có đường kính không nhỏ hơn 150mm. Mặt trong bể phải được bảo vệ bằng lớp vật liệu chịu axit để chống tác dụng ăn mòn của dung dịch phèn như : ốp gạch men chống axit hoặc phủ một lớp xi măng chịu axit. Kết cấu ống dẫn phèn phải đảm bảo khả năng súc rửa nhanh.

Đối với trạm xử lý có công suất từ $5000 \div 20000$ m³/ngày có thể hòa trộn phèn trong bể bằng máy khuấy hoặc bơm tuần hoàn. Trường hợp này bể hòa trộn phèn có thể là các thùng gỗ, thùng nhựa hoặc bể xây gạch. Bộ phận khuấy trộn gồm : động cơ điện, bộ phận chuyển động và cánh khuấy kiểu cánh phẳng hoặc kiểu tước bin.

Hình (2-2) : giới thiệu bể hòa trộn phèn dùng cánh khuấy kiểu phẳng. Máy khuấy kiểu cánh phẳng có số vòng quay là $20 \div 30$ vòng/phút, số cánh quạt không



Hình 2-2 : Cấu tạo bể pha phèn hạt với cánh khuấy phẳng

được nhỏ hơn 2. Chiều dài cánh khuấy tính từ trục quay lấy bằng $0,4 \div 0,45$ bề rộng của bể. Diện tích bản cánh lấy bằng $0,1 \div 0,2 \text{m}^2 / 1 \text{m}^3$ dung tích bể.

Máy khuấy kiểu cánh tuốc bin thường được sản xuất đồng bộ gồm cả động cơ và cánh khuấy cho các dung tích khuấy trộn khác nhau. Trường hợp này chiều rộng bể lấy bằng bốn lần đường kính cánh khuấy.

Khi dùng máy bơm tuần hoàn để hòa trộn thì máy bơm phải chạy liên tục, hút dung dịch từ phía dưới thùng xả về phía trên thùng để trộn đều dung dịch. Trong trường hợp này phải dùng máy bơm chịu được axit.

Đối với các trạm xử lý có công suất nhỏ, có thể hòa trộn phèn bằng phương pháp thủ công. Ở nước ta, người ta có thể sử dụng chum vại sành với khuấy trộn bằng tay cho những trạm xử lý có công suất nhỏ đến $500 \text{m}^3 / \text{ngày đêm}$. Dung dịch phèn trong bể hoà trộn được đưa sang bể tiêu thụ bằng ống tự chảy hay bằng bơm.

Dung tích bể hoà trộn phèn tính theo công thức (2-4)

$$W_h = \frac{Q \cdot n \cdot P_p}{10.000 \cdot b_h \cdot \gamma} \quad (\text{m}^3) \quad (2-4)$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng nước xử lý (m^3/h)

n : Thời gian giữa 2 lần hoà tan phèn lấy như sau :

Đối với trạm xử lý có công suất đến $1200 \text{m}^3 / \text{ngày đêm}$;	$n = 24$ giờ
$1200 \div 10.000 \text{m}^3 / \text{ngày đêm}$	$n = 12$ giờ.
$10.000 \div 50.000 \text{m}^3 / \text{ngày đêm}$;	$n = 8 \div 12$ giờ.
$50.000 \text{m}^3 / \text{ngày đêm}$;	$n = 6 \div 8$ giờ.
$1.000.000 \text{m}^3 / \text{ngày đêm}$;	$n = 3$ giờ.

P_p : Liều lượng phèn dự tính cho vào nước (g/m^3).

b_h : Nồng độ dung dịch phèn trong thùng hoà trộn (%).

γ : Khối lượng riêng của dung dịch $\gamma = 1 \text{ tấn}/\text{m}^3$.

Bể tiêu thụ : có nhiệm vụ pha loãng dung dịch phèn đưa từ bể hoà trộn sang đến nồng độ cho phép. Theo TCN - 33-85 nồng độ phèn trong bể tiêu thụ lấy bằng $4 \div 10\%$ tính theo sản phẩm không ngâm nước. Để hòa trộn đều dung dịch phèn trong bể tiêu thụ cũng dùng không khí nén hoặc máy khuấy. Cường độ sục khí trong bể tiêu thụ lấy $3 \div 5 \text{ l}/\text{sm}^2$.

Đáy bể tiêu thụ phải có độ dốc không nhỏ hơn $0,005$ về phía ống xả. Ống xả phải có đường kính không nhỏ hơn 100mm . Ống dẫn dung dịch đã điều chế phải đặt cách đáy $100 \div 200 \text{mm}$ khi dùng phèn không sạch, phải lấy dung dịch phèn ở lớp trên bằng ống mềm. Mặt trong bể tiêu thụ cũng phải được bảo vệ bằng lớp vật liệu chịu axit.

Dung tích bể tiêu thụ tính theo công thức (2-5):

$$W_t = \frac{W_h \cdot b_h}{b_l} \quad (\text{m}^3) \quad (2-5)$$

Trong đó :

b_t : Nồng độ dung dịch phèn trong thùng tiêu thụ (%).

Thông thường bể hòa trộn và bể tiêu thụ được thiết kế không ít hơn 2 bể cho mỗi loại để thay đổi nhau khi thay rửa.

Chú ý : Khi dùng phèn sắt $FeCl_3$, phải được hòa trộn trong phòng kín, có hệ thống thông gió. Công nhân phải đeo mặt nạ phòng độc trong thời gian vận hành, vì khi hoà tan $FeCl_3$ vào nước, sẽ tạo thành hơi HCl bay lên rất nguy hiểm. Bể hòa trộn phèn $FeCl_3$ làm bằng kim loại hoặc bê tông cốt thép có nắp đậy kín và lắp máy khuấy cơ khí. Ngay trong bể này dung dịch phèn được pha đến nồng độ cho phép và được định lượng trực tiếp vào nước xử lí. Để hòa tan phèn, dùng vòi phun nước với áp lực mạnh (áp lực phun tối thiểu là 20m) xả vào phèn.

Các công trình chuẩn bị dung dịch phèn cần bố trí ở nơi thuận tiện cho việc vận chuyển, pha trộn phèn và vệ sinh cho người quản lí. Thông thường chúng được bố trí ở gần bể trộn. Kho phèn thường được đặt liền ngay nhà pha phèn để tiện việc vận chuyển.

Tính toán các công trình chuẩn bị dung dịch phèn.

Ví dụ (2.1) : Cho trạm xử lí có công suất $Q = 24000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$, hàm lượng cần là 1000 mg/l . Độ màu : 75°

Giải :

Căn cứ vào hàm lượng cần tính toán của nước nguồn là 1000 mg/l , lấy liều lượng phèn nhôm khô cần thiết theo bảng (2.1) là 90 mg/l .

Căn cứ vào độ màu của nước nguồn là 75° , xác định lượng phèn nhôm theo công thức (2.1) :

$$P_{Al} = 4\sqrt{M} = 4 \cdot \sqrt{75} = 4 \cdot 8,66 = 34,64 \text{ mg/l}$$

So sánh giữa liều lượng phèn tính theo hàm lượng cần và theo độ màu, chọn liều lượng phèn tính toán $P_{Al} = 90 \text{ mg/l}$.

Dung tích bể hoà trộn tính theo công thức (2.4)

$$W_h = \frac{Q \cdot n \cdot P_p}{10.000 \cdot b_h \cdot \gamma} = \frac{1.000 \cdot 10 \cdot 90}{10.000 \cdot 10 \cdot 1} = 9,0 \text{ m}^3$$

Chọn 2 bể hòa trộn, kích thước mỗi bể : $2,05 \times 2,2 \times 1,0 = 4,5 \text{ m}^3$

Dung tích bể tiêu thụ tính theo công thức (2.5).

$$W_t = \frac{W_h \cdot b_h}{b_t} = \frac{9,0 \cdot 10}{5} = 18 \text{ m}^3$$

Chọn 2 bể tiêu thụ, kích thước mỗi bể : $2,2 \times 2,8 \times 1,5 = 9,24 \text{ m}^3$. Lấy chiều cao an toàn ở bể hòa trộn và tiêu thụ là $0,3 \div 0,5$.

Chọn máy quạt gió và tính toán ống dẫn khí nén :

Theo quy phạm lấy cường độ khí nén ở thùng hoà trộn là 10 l/sm^2 và bể tiêu thụ là 5 l/sm^2 .

Có 2 bể hòa trộn làm việc đồng thời. Tổng diện tích của 2 bể là :

$$2 \times (2,05 \cdot 2,2) = 9,02 \text{ m}^2$$

Lưu lượng gió phải thổi thường xuyên vào bể hòa trộn tính theo công thức (2.3)

$$Q_h = 0,06.W.F = 0,06.10.9,02 = 5,412 \text{ m}^3/\text{ph}$$

Có 2 bể tiêu thụ làm việc, diện tích tổng cộng của 2 bể là :

$$2 \times (2,2 \times 2,8) = 12,32 \text{ m}^2$$

Lưu lượng gió cần thiết ở bể tiêu thụ là :

$$Q_l = 0,06.5.12,32 = 3,696 \text{ m}^3/\text{phút}$$

Tổng lưu lượng gió đưa vào 2 bể hòa trộn và 2 bể tiêu thụ là :

$$Q_{\text{gió}} = Q_h + Q_l = 5,412 + 3,696 = 9,108 \text{ m}^3/\text{phút}$$

Chọn máy quạt gió loại : BB-H-12 (Liên Xô cũ) có các chỉ số :

$$Q_g = 9,3 \text{ m}^3/\text{phút}; \text{ động cơ điện A-82/6 ; } N = 40 \text{ kW}$$

H = 15m; n = 960 vòng/phút (chọn 2 máy, 1 làm việc, 1 dự phòng)

Đường kính ống gió chính :

$$D_c = \sqrt{\frac{4Q_g}{\pi v}} \text{ (m)}$$

lấy $v = 15 \text{ m/s}$ (Quy phạm 10 ÷ 15 m/s).

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1518}{3,14 \cdot 15}} = 0,114 \text{ m} = 114 \text{ mm}$$

Chọn đường kính ống gió chính $D_c = 120 \text{ mm}$.

$$\text{Thử lại tốc độ : } v = \frac{4Q_g}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 0,151}{3,14 \cdot 0,12^2} = 13,43 \text{ m/s}$$

nằm trong phạm vi tốc độ cho phép.

Đường kính ống dẫn gió đến thùng hòa trộn :

$$D_h = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_h}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,09}{3,14 \cdot 15}} = 0,088 \text{ m} \approx 90 \text{ mm}$$

Đường kính ống dẫn gió đến đáy thùng hòa trộn :

$$D_{dh} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_h}{\pi \cdot v \cdot 2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,09}{3,14 \cdot 15 \cdot 2}} = 0,061 \text{ m} \approx 60 \text{ mm}$$

Đường kính ống nhánh vào thùng hòa trộn : thiết kế 3 nhánh

$$Q_{nh} = \frac{0,09}{2 \cdot 3} = 0,015 \text{ m}^3/\text{s} = 15 \text{ l/s}$$

Đường kính :

$$D_{nh} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,015}{3,14 \cdot 15}} = 0,036 \text{ m} = 36 \text{ mm}$$

Tính số lỗ khoan trên giàn ống gió ở bể hòa trộn :

Theo quy phạm : $d_l = 3 \div 4 \text{ mm}$

$$v_l = 20 \div 30 \text{ m/s}$$

Chiều dài ống nhánh :

$$l_n = 2,05 ; \text{ chọn } d_l = 3 \text{ mm} ; v_l = 25 \text{ m/s}$$

Diện tích lỗ : $f_l = \frac{\pi d_l^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,003^2}{4} = 7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

Tổng diện tích các lỗ trên 1 ống nhánh :

$$F_l = \frac{Q_n}{v_l} = \frac{0,015}{25} = 0,0006 \text{ m}^2$$

Số lỗ trên 1 nhánh : $n = \frac{F_l}{f_l} = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{7 \cdot 10^{-6}} \approx 86 \text{ lỗ.}$

Nếu khoan 1 hàng lỗ thì khoảng cách giữa các lỗ :

$$l = \frac{L_n}{n} = \frac{2050}{86} = 24 \text{ mm ;}$$

Nếu khoan 2 hàng thì $l = 48 \text{ mm.}$

2.2. Thiết bị định liều lượng phen

Thiết bị định liều lượng phen có nhiệm vụ điều chỉnh tự động lượng phen cần thiết đưa vào nước cần xử lý theo yêu cầu của quản lý. Thiết bị định liều lượng phen có thể được đặt ở bên trong hoặc ngay sau bể tiêu thụ.

Theo chức năng sử dụng có thể chia thiết bị định liều lượng làm 2 loại sau :

Định liều lượng không đổi : dùng để đưa một lượng hóa chất không đổi vào nước xử lý. Thường sử dụng trong các trạm xử lý có công suất không đổi.

Định liều lượng thay đổi : chia ra

+ Định liều lượng phen tỉ lệ với lưu lượng nước xử lý ; tức là lượng hóa chất cho vào nước xử lý tự động thay đổi tương ứng tới sự thay đổi lưu lượng nước xử lý.

+ Định liều lượng phen theo sự thay đổi tính chất của nước xử lý, tức là lượng hóa chất cho vào nước tự động thay đổi tương ứng với sự thay đổi chất lượng nước xử lý.

Hoặc cũng có loại định liều lượng phen theo sự thay đổi của cả lưu lượng và chất lượng nước xử lý.

Theo chế độ chảy của dung dịch phen chia 2 loại :

Định liều lượng tự chảy : thường dùng để đưa dung dịch phen vào bể trộn.

Định liều lượng có áp : dùng để đưa dung dịch phen vào ống nước áp lực.

Sau đây sẽ nghiên cứu một số loại thiết bị định liều lượng được dùng phổ biến.

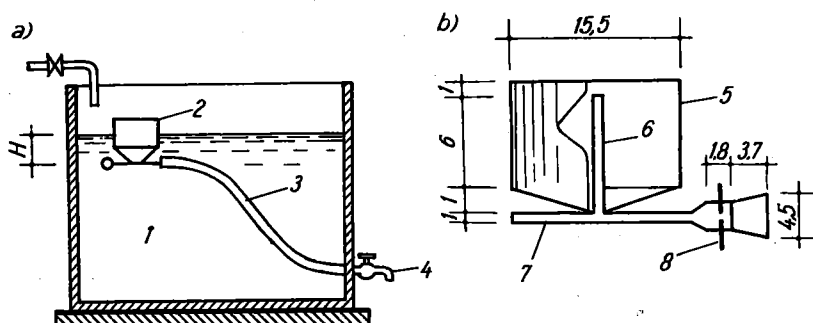
Thiết bị định liều lượng không đổi kiểu phao Khavanski :

Trên hình (2-3) giới thiệu cấu tạo của phao Khavanski.

Phao làm bằng sắt tây hay thép lá, nổi trên mặt nước để đảm bảo đưa dung dịch phen vào bể trộn dưới áp lực cột nước H cố định, nghĩa là mực nước trong bể định liều lượng không ảnh hưởng đến liều lượng chất phản ứng đưa vào bể trộn.

Dung dịch phen chảy qua màng chắn có lỗ thu hẹp được lắp ở đầu ống thu dung dịch gắn ở đáy phao vào ống cao su, qua vòi dẫn dung dịch sang bể trộn. Lỗ thu hẹp của màng chắn phải có đường kính phù hợp với cột nước cố định H, sao cho dung dịch không chảy đầy trong ống cao su. Để tránh không khí đọng lại ở chỗ cao của ống gây ra hiện tượng có áp,

phải bố trí ống thông hơi. Đầu dưới ống thông hơi, nối với ống thu dung dịch, đầu trên phải cao hơn mức dung dịch trong bể.



Hình 2-3 : Cấu tạo phao Khavanski

- | | |
|----------------------|--|
| 1- Bể định lượng | 5- Ống dẫn dung dịch vào bể định lượng |
| 2- Phao định lượng | 6- Ống thông hơi |
| 3- Ống cao su | 7- Ống thu dung dịch |
| 4- Vòi dẫn dung dịch | 8- Màn chắn có lỗ thu. |

Như vậy, khi chiều cao H không đổi, đường kính lỗ của màn chắn cố định, thì lưu lượng dung dịch chảy vào bể trộn là không đổi. Muốn thay đổi lưu lượng dung dịch, phải thay màn chắn có kích thước đường kính lỗ khác. Thiết bị định lượng kiểu này thường phù hợp với lưu lượng phen cần dùng từ $47 \div 208$ l/h ; ứng với áp lực cột nước $H = 130 \div 160$ mm. Ở những trạm xử lý có công suất lớn, không cần dùng bể định lượng, mà toàn bộ phao và ống đặt ngay trong bể tiêu thụ.

Ưu điểm nổi bật của loại thiết bị định lượng kiểu phao này có cấu tạo đơn giản.

Dưới đây là một số trị số gần đúng khi dùng thiết bị định lượng kiểu phao Khavanski.

Bảng 2-2 : Một số kích thước của thiết bị định lượng kiểu phao

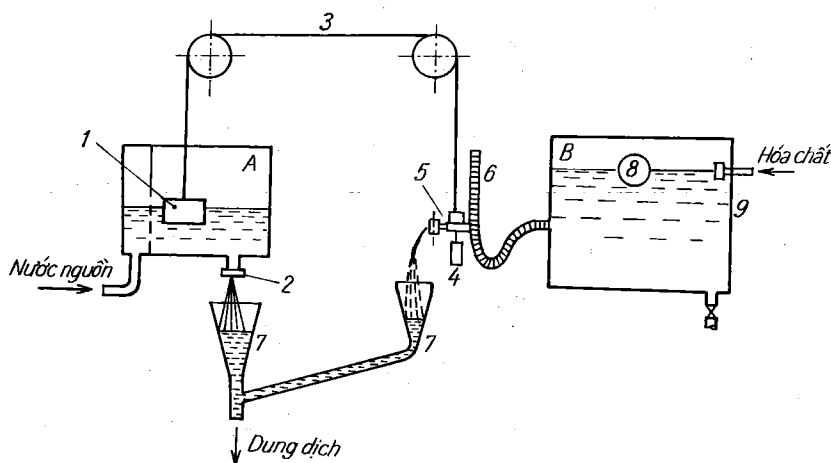
Đường kính lỗ của màn chắn bằng chì (mm)	Lưu lượng dung dịch phen (l/h) tùy theo độ sâu H			
	H = 130mm	H = 140mm	H = 150mm	H = 160mm
4	47	49	50,5	52
5	73,5	76	79	81,5
6	105,5	109,5	113,5	117,5
7	144	149,5	154,5	159,5
8	188	195,5	202	208

Thiết bị định liều lượng phen tỉ lệ với lưu lượng nước xử lý :

Hình (2.4) giới thiệu sơ đồ cấu tạo của thiết bị định lượng có lưu lượng dung dịch hóa chất thay đổi theo lưu lượng nước xử lý.

Trên đường ống dẫn nước cần xử lý đến bể trộn trích ra một nhánh nhỏ để đưa một lượng nước vào bể A. Trong bể A có đặt phao và ròng đen. Lưu lượng nước chảy ra khỏi ròng đen vào phễu thu xuống bể trộn phụ thuộc vào mực nước trong bể A. Khi lưu lượng

nước xử lý thay đổi, thì lưu lượng nước vào bể A cũng thay đổi, làm mực nước trong bể A thay đổi theo. Sự dao động mực nước trong bể A được phao truyền theo hệ thống ròng rọc, gây nên sự lên xuống dần của ống mềm ở bể dung dịch B, làm thay đổi lưu lượng phèn chảy ra từ miệng xả đầu ống mềm, xuống phễu thu vào bể trộn. Dung dịch phèn trong bể B luôn được giữ cố định nhờ van phao.



Hình 2-4 : Sơ đồ cấu tạo thiết bị định lượng phèn tỉ lệ với lưu lượng nước xử lý

A- Bể chứa nước xử lý

B- Bể chứa dung dịch phèn

1- Phao

2- Ròng rọc

3- Hệ thống ròng rọc

4- Đối trọng

5- Miệng xả dung dịch phèn

6- Ống mềm

7- Phễu thu

8- Van phao

9- Ống dẫn dung dịch phèn từ bể tiêu thụ sang

Thiết bị định lượng phèn tỉ lệ với chất lượng nước nguồn

Loại thiết bị định lượng này được làm việc theo nguyên tắc : dựa vào sự thay đổi một số chỉ tiêu cơ bản của nước nguồn (độ đục, độ màu, pH,...) qua thiết bị đo tự động. Sự thay đổi này được dẫn đến bộ phận khuếch đại, từ đó đưa tới bộ phận thay đổi điện thế. Bộ phận này có nhiệm vụ điều chỉnh số vòng quay n của động cơ máy bơm định lượng cho phù hợp với sự thay đổi của chất lượng nước nguồn. Thiết bị định lượng phèn tỉ lệ với chất lượng nước nguồn được áp dụng ở các nước có hệ thống điều khiển tự động hóa cao trong các nhà máy nước.

Máy bơm định lượng : được sử dụng tương đối phổ biến. Ưu điểm của máy bơm định lượng là gọn nhẹ, có thể dùng để định liều lượng phèn cho ống có áp và dễ dàng tự động hóa. Hiện nay có thể sử dụng máy bơm định lượng kiểu pittông của Liên Xô HJ được sản xuất thành hai loại : loại chịu được axit có công suất các máy thay đổi từ $25 \div 1600$ l/h, có áp lực 6at. Loại dùng cho dung dịch kiềm có công suất từ $630 \div 2500$ l/h.

2.3. Thiết bị pha chế vôi

Vôi được dùng để kiềm hóa nước, làm mềm nước hoặc ổn định nước. Vôi cho vào nước có thể ở dạng vôi sữa hay vôi bão hòa.

Vôi là chất có độ hòa tan trong nước rất thấp. Ở nhiệt độ 20°C , độ hòa tan của vôi chỉ bằng 1,23 g/l (tức là 0,123%). Trong khi đó độ hòa tan của phèn là 1000g/l (tức là 100%) vì thế việc điều chế vôi bão hòa chỉ có lợi khi lượng vôi đem sử dụng nhỏ hơn 0,25 tấn/ngày đêm. Còn với những trạm xử lý đòi hỏi lượng vôi lớn hơn thì phải dùng vôi sữa (tức là vôi ở dạng huyền phù, không phải ở dạng hòa tan).

Trước tiên vôi sống phải được đem tôi. Đối với các nhà máy nước có công suất nhỏ hoặc không có điều kiện cơ giới hóa, thường tôi vôi trong các bể tôi vôi thông thường thành vôi sữa đặc. Sau đó vôi sữa đặc được đưa sang bể pha vôi. Tại đây vôi được pha loãng đến nồng độ thích hợp (không lớn hơn 5%). Bể tôi vôi thường có dung tích đủ cho $30 \div 45$ ngày tiêu thụ của nhà máy và được chia làm nhiều ngăn để tiện việc thau rửa. Bể tôi vôi có thể xây gạch hoặc bê tông cốt thép có các ống đưa nước vào, xả nước vôi trong và xả kiệt. Dung dịch bể tôi vôi chọn theo điều kiện đảm bảo lượng nước $3 \div 3,5\text{m}^3/\text{m}^3$ một tấn vôi cục và đủ thời gian để vôi ngấu hoàn toàn trước khi sử dụng. Có thể dùng xẻng hoặc gàu ngậm xúc vôi sang bể pha vôi.

Đối với các nhà máy nước có công suất lớn hoặc điều kiện cho phép có thể dùng các thùng tôi vôi cơ nhiệt. Nguyên lý cấu tạo của thùng tôi vôi cơ nhiệt gồm : một thùng kim loại hình trụ đặt nằm ngang, trên hệ giá đỡ, bên trong có các hạt bi sắt đường kính $50 \div 70\text{mm}$. Thùng có thể quay quanh trục nhờ một động cơ điện và bộ phận truyền động vôi cục được đưa vào thùng qua cửa có nắp kín, sau đó mở van xả nước vào thùng và cho thùng quay. Các bi sắt có nhiệm vụ nghiền nát các cục vôi chưa tan hết. Trong quá trình tôi, vôi được nhào đều và nhuyễn.

Theo cơ chế vận hành có hai loại : thùng tôi theo mẻ và thùng tôi liên tục. Ở thùng tôi theo mẻ, vôi được đưa vào một lần, thùng quay trong vòng $30 \div 40$ phút là có thể đưa sang bể pha vôi. Ở thùng tôi vôi liên tục, vôi cục được đưa đều vào một đầu thùng và vôi sữa chảy sang bể pha vôi ở đầu kia. Trong khi đó thùng vẫn quay đều.

Trường hợp dùng vôi sữa : vôi sữa ở dạng khuếch tán không bền, các hạt vôi rất nhỏ có thể nổi lên hoặc lắng xuống trong môi trường khuếch tán. Do đó cần phải khuấy trộn không ngừng để vôi không lắng. Có thể sử dụng một trong các biện pháp khuấy trộn sau : biện pháp thủy lực, dùng máy khuấy hoặc không khí nén.

Khuấy trộn bằng thủy lực : nhờ máy bơm tuần hoàn. Tốc độ di lên của vôi sữa trong bể không nhỏ hơn 5mm/s. Bể có đáy hình chóp, góc nghiêng không được nhỏ hơn 45° . Ống xả có đường kính không được nhỏ hơn 100mm.

Khuấy trộn bằng máy trộn : tốc độ khuấy bằng máy không nhỏ hơn 40 vòng/phút.

Khi trộn bằng không khí nén : cường độ tiêu chuẩn cần lấy bằng $8 \div 10\text{l/sm}^2$, áp lực khí nén lấy từ $1 \div 1,5\text{at}$. Đường kính ống dẫn vôi sữa xác định như sau ; ống áp lực dẫn sản phẩm sạch không nhỏ hơn 25mm và dẫn sản phẩm không sạch, không nhỏ hơn 50mm. Ống tự chảy lấy không nhỏ hơn 50mm. Tốc độ vôi sữa chảy trong ống không nhỏ hơn 0,8m/s. Để chuyển vôi sữa phải dùng máy bơm chuyên dụng. Đường ống áp lực dẫn vôi sữa có độ dốc về phía máy bơm không nhỏ hơn 0,02, ống tự chảy có độ dốc không nhỏ hơn 0,03 về phía miệng xả.

Bơm phải đặt dưới mực nước, không đặt van một chiều
 Dung tích bể pha vôi sữa xác định theo công thức (2-6).

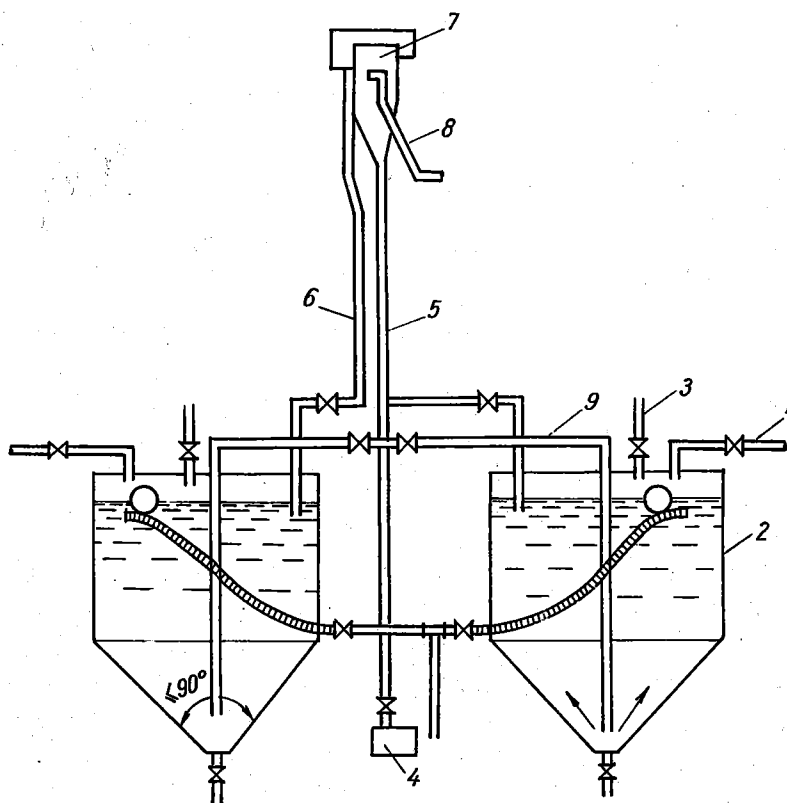
$$W_v = \frac{Q_{tt} \cdot n \cdot P_v}{10.000 \cdot b_v \cdot \gamma} \text{ (m}^3\text{)} \quad (2-6)$$

Trong đó :

- Q_{tt} : Lưu lượng nước tính toán (m³/h)
 n : Số giờ giữa hai lần pha vôi (6 ÷ 12)h
 P_v : Liều lượng vôi cho vào nước (mg/l)
 b_v : Nồng độ vôi sữa (5%)
 γ : Khối lượng riêng của vôi sữa 1 tấn/m³.

Sau đây là một số thiết bị khuấy trộn vôi sữa :

Trên hình (2-5) giới thiệu thiết bị khuấy trộn thủy lực dùng máy bơm tuần hoàn.



Hình 2-5 : Sơ đồ tuần hoàn vôi sữa

- 1- Ống dẫn vôi sữa nồng độ cao từ nơi tôi vôi đến ; 2- Bể trộn vôi sữa ;
 3- Ống nước ; 4- Máy bơm tuần hoàn ; 5- Ống dẫn vôi sữa đến thiết bị định lượng ;
 6- Ống dẫn vôi sữa thừa ; 7- Thiết bị định lượng ; 8- Ống dẫn vôi sữa đã định lượng ;
 9- Ống dẫn vôi sữa để súc bể trộn.

Nguyên tắc làm việc của sơ đồ tuần hoàn vôi sữa như sau :

Vôi sữa đặc từ bể tôi vôi theo ống 1 vào thùng pha vôi 2 để pha loãng vôi sữa đặc đến nồng độ cho phép. Cho nước sạch vào thùng theo đường ống 3. Mở máy bơm vôi tuần hoàn

4. Máy hoạt động đưa một phần vôi sữa theo đường ống 5 lên thiết bị định lượng 7, còn phần lớn vôi sữa đi theo đường ống 9 xuống đáy bể pha vôi để khuấy đục vôi sữa và giữ cho các phân tử vôi sữa ở trạng thái lơ lửng. Vì lượng vôi sữa chuyển đến thiết bị định lượng bao giờ cũng thừa, nên lượng vôi thừa sẽ theo đường ống 6 trở về bể pha vôi.

Hình (2-6) giới thiệu thiết bị khuấy trộn vôi sữa bằng máy trộn cánh quạt. Khi dùng phương pháp này thường thiết kế bể pha vôi hình tròn.

Thiết bị định liều lượng vôi sữa : cũng có hai loại : thiết bị định lượng vôi sữa cố định và loại tỉ lệ với lưu lượng nước xử lí.

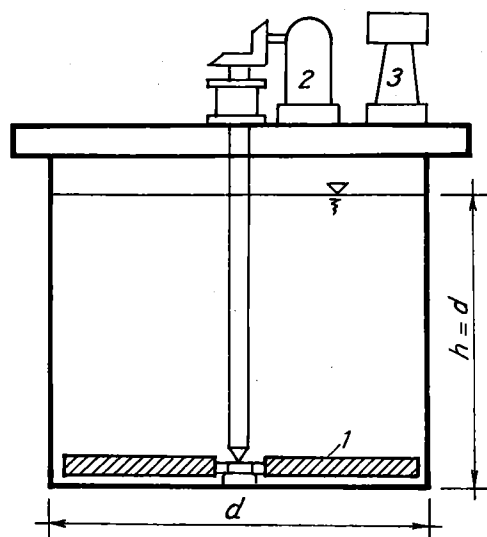
Trên hình (2-7) giới thiệu thiết bị định lượng vôi sữa cố định (loại thiết bị định lượng này thường đi kèm với sơ đồ tuần hoàn vôi sữa).

Nguyên tắc làm việc như sau : sữa vôi do bơm tuần hoàn đưa lên thiết bị định lượng theo đường ống 3, vôi sữa thừa sẽ được đưa trở lại bể pha vôi theo đường ống 1, nên áp lực H trên màng định lượng 2 sẽ cố định. Vì vậy lượng vôi sữa theo ống 4 vào nước cần xử lí sẽ không thay đổi. Khi cần tăng hay giảm lượng vôi sữa vào nước, chỉ cần thay thế màn chắn định lượng để điều chỉnh lượng vôi vào nước cần xử lí cho phù hợp với trị số yêu cầu.

Trên hình (2-8) là loại thiết bị định lượng vôi sữa thay đổi theo tỉ lệ thay đổi lưu lượng nước cần xử lí.

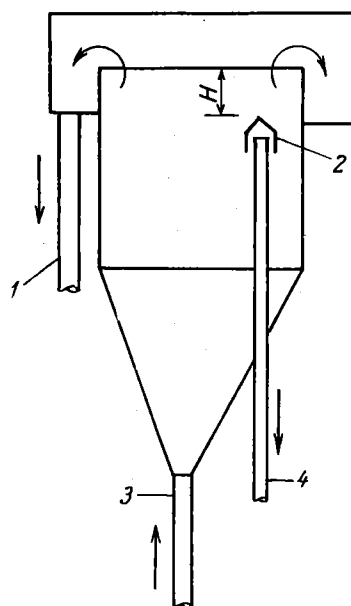
Nguyên tắc làm việc của thiết bị định lượng này như sau :

Nước từ ống dẫn nước cần xử lí 5 dẫn vào phễu 1, còn vôi sữa từ bể pha vôi được chuyển vào phễu 2 bằng đường ống 3. Ở đáy phễu 2 có gắn miệng phun vôi sữa hình nón 6. Đường kính lỗ miệng phun có thể thay đổi cho phù hợp với lượng vôi sữa yêu cầu cho qua nó. Miệng phun này có ren để dễ dàng tháo lắp. Phễu định lượng 2 được gắn vào



Hình 2-6 : Khuấy trộn vôi sữa bằng máy trộn cánh quạt.

- 1- Cánh quạt ; 2- Bộ giảm tốc ;
3- Động cơ điện



Hình 2-7 : Thiết bị định lượng vôi sữa

- 1- Ống dẫn vôi sữa thừa ;
2- Màn chắn định lượng ;
3- Ống dẫn vôi sữa từ máy bơm tuần hoàn;
4- Ống dẫn vôi sữa đã định lượng.

một khung thép, khung thép có nhiệm vụ ổn định vị trí của phễu theo phương thẳng đứng. Van điều chỉnh 4 trên ống 3 có liên hệ với khung thép bằng một số thanh truyền động đặc biệt sao cho sự truyền động lên xuống của phễu 2 sẽ điều chỉnh van 4 một cách hợp lí.

Khi nước xử lí tăng lên thì lượng nước đưa vào phễu 1 qua ống 5 cũng tăng lên. Phễu 1 có trọng lượng lớn hơn bình thường sẽ bị hạ xuống, làm nâng phễu 2 lên và mở rộng van điều chỉnh 4, lượng vôi sữa vào phễu 2 nhiều hơn. Khi mức dung dịch trong phễu 2 tăng, làm cho áp lực trên miệng phun 6 tăng và như vậy lượng vôi sữa qua miệng phun sẽ tăng lên. Nếu van điều chỉnh bị tắc do cặn vôi bám vào, làm lượng vôi sữa vào phễu 2 giảm, lúc đó phễu 1 nặng hơn sẽ nâng phễu 2 lên cao, van điều chỉnh sẽ được tẩy sạch nhờ dòng vôi sữa tăng cường đi qua.

Sau đây là ví dụ tính toán thiết bị pha chế vôi sữa.

Ví dụ (2-2) : Tính toán thiết bị pha chế vôi sữa cho trạm xử lí nước có công suất $Q = 24.000\text{m}^3/\text{ngày đêm}$, hàm lượng cặn 1000mg/l , độ kiềm nhỏ nhất của nước nguồn là $1,2\text{ mgdl/l}$.

Giải : Theo công thức xác định liều lượng chất kiềm hóa (2-2) ta có :

$$P_K = e_1 \left(\frac{P_p}{e_2} - K_l + 1 \right) \cdot \frac{100}{c} \text{ mg/l}$$

Trong đó lấy : $e_1 = 28$; $e_2 = 57$; $P_p = 90 \text{ mg/l}$; $c = 80\%$

ta có :

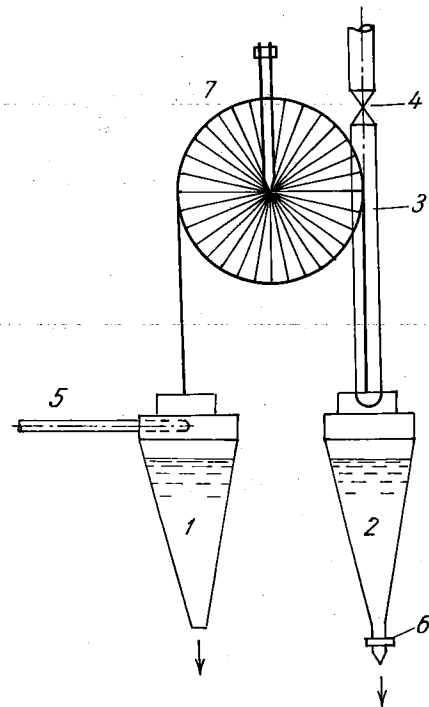
$$P_K = 28 \left(\frac{90}{57} - 1,2 + 1 \right) \frac{100}{80} = 48,3 \text{ mg/l}$$

Dung tích bể pha vôi sữa xác định theo công thức (2-6)

$$W_v = \frac{Q_{lt} \cdot n \cdot P_v}{10.000 \cdot b_v \cdot \gamma} \quad (\text{m}^3)$$

lấy $n = 8\text{h}$ (Quy phạm 6 ÷ 12h) ; $Q_{lt} = 24.000\text{m}^3/\text{ngđ} = 1000\text{m}^3/\text{h}$

$$W_v = \frac{1000 \cdot 8 \cdot 48,3}{10.000 \cdot 5 \cdot 1} = 7,73 \text{ m}^3$$



Hình 2-8 : Thiết bị định lượng vôi sữa tỉ lệ với lưu lượng nước xử lí

1,2- Phễu định lượng ; 3- Ống dẫn vôi sữa vào phễu 2 ; 4- Van điều chỉnh có liên hệ với khung thép ; 5- Ống dẫn nước cần xử lí ; 6- Miệng phun vôi sữa ; 7- Hệ thống ròng rọc.

Tính các thiết bị khuấy trộn với sữa :

1- Nếu khuấy trộn bằng không khí nén : tính toán hoàn toàn giống các công trình chuẩn bị dung dịch phèn phần (2.1)

2- Nếu khuấy trộn bằng máy trộn cánh quạt, tính toán như sau :

Dung tích bể pha với tính được ở trên . $W_v = 7,730\text{m}^3$.

Bể được thiết kế hình tròn, đường kính bể phải lấy bằng chiều cao công tác của bể $d = h$

$$W_v = \frac{\pi d^2 \cdot h}{4} = \frac{\pi d^3}{4}$$

nên
$$d = \sqrt[3]{\frac{W_v \cdot 4}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{7,73 \cdot 4}{3,14}} = \sqrt[3]{9,85} = 2,14\text{m}$$

chọn số vòng quay cánh quạt là 40 vòng/phút (Quy phạm ≥ 40 vòng/ph) chiều dài cánh quạt lấy bằng 0,45 đường kính bể (Quy phạm $= 0,4 \div 0,45d$).

$$l_{cq} = 0,45d = 0,45 \cdot 2,14 = 0,96\text{m}$$

chiều dài toàn phần của cánh quạt là : 1,92m

Diện tích mỗi cánh quạt thiết kế $0,15\text{m}^2$ cánh quạt/ m^3 với sữa trong bể (QP = $0,1 \div 0,2\text{m}^2$).

$$f_{cq} = 0,15 \cdot 7,73 = 1,16 \text{ m}^2$$

$$\text{Chiều rộng mỗi cánh quạt : } b_{cq} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,16}{1,92} = 0,3\text{m}$$

Công suất động cơ để quay cánh quạt lấy là 3,0 kW.

3- Nếu khuấy trộn bằng thủy lực dùng máy bơm tuần hoàn dung tích bể pha với sữa tính như trên $W_v = 7,73\text{m}^3$.

Đường kính bể : $d = 2,14\text{m}$; góc nón bằng 90° .

$$h_n = \frac{2,14}{2\text{tg}45^\circ} = 1,07 \text{ m}$$

Thể tích hình nón :

$$W_n = \frac{\pi r^2 \cdot h}{3} = \frac{3,14 \cdot 1,07 \cdot 1,07}{3} = 1,28 \text{ m}^3$$

Thể tích phần hình trụ :

$$W_{tr} = W_v - W_n = 7,73 - 1,28 = 6,45 \text{ m}^3$$

Chiều cao công tác của hình trụ

$$h_{tr} = \frac{W_{tr}}{\pi r^2} = \frac{6,45}{3,14 \cdot 1,07^2} = 1,8 \text{ m}$$

Công suất của máy bơm tuần hoàn cần phải đảm bảo tốc độ dòng nước chuyển động từ dưới lên không nhỏ hơn $5\text{mm/s} = 18\text{m/h}$.

$$Q_b = v \cdot F = v \cdot \pi r^2 = 18 \cdot 3,14 \cdot 1,07^2 = 64,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Trường hợp dùng vôi bão hòa :

Khi cần cho vôi vào nước không cần xử lý, nước đã xử lý hoặc cho vôi vào sau bể lắng thì phải dùng vôi bão hòa để tránh làm tăng hàm lượng cặn không tan trong nước. Nguyên tắc pha vôi bão hòa là cho nước tiếp xúc nhiều lần với sữa vôi, nước sẽ dần đạt tới độ bão hòa giới hạn.

Trên hình (2-9) giới thiệu thùng pha vôi bão hòa hai lần. Thùng pha vôi bão hòa gồm 2 ngăn, có đáy hình phễu và bố trí chồng lên nhau. Dung dịch vôi sữa có nồng độ $10 \div 15\%$ đã chuẩn bị sẵn với khối lượng tính đủ cho trạm làm việc từ $12 \div 24$ h được dẫn vào phía dưới của ngăn trên I theo đường ống 3. Mở van 4 cho lượng vôi này chảy hết xuống ngăn dưới II. Sau đó đóng van 4 và cho tiếp vôi sữa với lượng như trước vào ngăn trên I. Mở van 5 đưa nước sạch vào ngăn dưới. Ở ngăn II nước sẽ sục vôi sữa và được bão hòa một phần rồi lại theo ống 6 tràn vào phần dưới của ngăn trên. Ở ngăn trên, do tiếp xúc với sữa vôi mới vào, dung dịch được bão hòa đến giới hạn cho phép và từ từ dâng lên trên với tốc độ rất nhỏ và được thu vào máng vòng 7 rồi theo đường ống 8 sang bể trộn. Trong quá trình dâng lên cặn bã ở dung dịch vôi bão hòa sẽ được tách ra khỏi dung dịch và lắng xuống phía dưới được xả theo chu kì. Ống trung tâm 9 với miệng lọc ở dưới dùng để thu các bọt khí lẫn trong dung dịch đưa ra ngoài để tránh sự xáo trộn, ngăn trở quá trình tách cặn ra khỏi dung dịch.

Công suất thùng bão hòa vôi xác định theo công thức (2-7)

$$Q_{b.v} = \frac{P_v}{N \cdot P} \text{ (m}^3/\text{h)} \quad (2-7)$$

Trong đó :

P_v : Lượng vôi cần tiêu thụ tính theo CaO (kg/h)

N : Số thùng bão hòa vôi

P : Khả năng hòa tan vôi phụ thuộc vào nhiệt độ (kg/m³) như sau :

ở $t^0 = 0^0\text{C}$; $P = 1,43 \text{ kg/m}^3$

$t^0 = 10^0\text{C}$; $P = 1,33 \text{ kg/m}^3$

$t^0 = 20^0\text{C}$; $P = 1,23 \text{ kg/m}^3$

$t^0 = 30^0\text{C}$; $P = 1,12 \text{ kg/m}^3$

Dung tích thùng bão hòa vôi tính theo công thức (2-8)

$$W_{b.v} = Q_{b.v} \cdot K_1 \cdot K_2 \text{ (m}^3\text{)} \quad (2-8)$$

Trong đó :

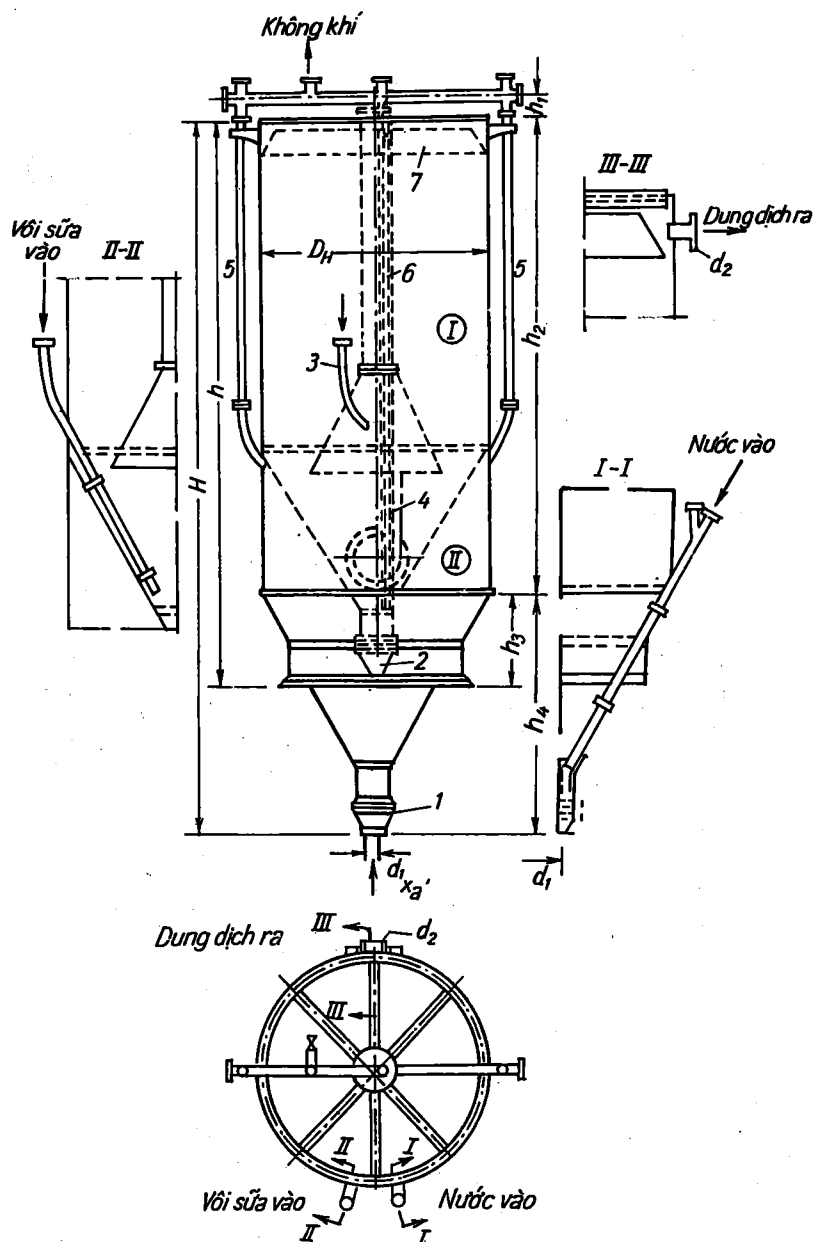
K_1 : Hệ số phụ thuộc vào nhiệt độ nước bão hòa vôi, xác định theo bảng (2 - 3)

K_2 : Hệ số phụ thuộc vào tỉ số độ cứng canxi và độ cứng toàn phần.

Khi độ cứng canxi $> 70\%$ độ cứng toàn phần thì $K_2 = 1$.

Khi độ cứng canxi $< 70\%$ độ cứng toàn phần thì $K_2 = 1,3$.

Khi xác định diện tích ngăn lắng của thùng bão hòa vôi phải kiểm tra tốc độ dâng lên của dung dịch theo bảng (2-3).



Hình 2-9 : Thùng pha vôi bão hòa hai lần

1- Van xả cặn vôi ở ngăn II ; 2- Van trên đường ống dẫn vôi sữa từ ngăn I xuống ngăn II ;
 3- Đường ống dẫn vôi sữa vào ngăn I ; 4- Van trên đường ống dẫn nước sạch vào ngăn II ;
 5,6 - Ống dẫn vôi từ ngăn II đi lên phần đáy của ngăn I ; 7- Máng vòng thu nước.

Bảng 2-3 : Trị số K_1 và tốc độ dâng của dung dịch trong thùng bão hòa

Nhiệt độ của nước °C	0	10	20	30
Trị số K_1	7	6	5	4
Tốc độ dâng cho phép của dung dịch trong ngăn lắng của thùng bão hòa mm/s	0,15	0,20	0,26	0,33

Định liều lượng vôi bão hòa có thể dùng thiết bị định lượng phèn như đã trình bày ở trên.

2.4. Kho dự trữ hóa chất

Hóa chất dùng trong xử lý nước như : phèn, vôi, Clo, muối, cần phải được dự trữ đảm bảo có thể sử dụng liên tục. Lượng hóa chất dự trữ phải đủ cho 1 ÷ 2 tháng tiêu thụ. Đối với các nhà máy nước lớn, tối thiểu cũng phải dự trữ trong 15 ngày. Kho chứa hóa chất phải khô ráo, có mái che. Diện tích sàn kho có thể tính theo công thức (2-9)

$$F_{\text{kho}} = \frac{Q \cdot P \cdot T \cdot \alpha}{10.000 \cdot P_k \cdot h \cdot G_o} \quad (\text{m}^2) \quad (2-9)$$

Trong đó :

Q : Công suất trạm xử lý ($\text{m}^3/\text{ngày đêm}$)

P : Liều lượng hóa chất tính toán g/m^3 .

T : Thời gian giữ hóa chất trong kho

α : Hệ số tính đến diện tích đi lại và thao tác trong kho $\alpha = 1,3$.

G_o : Khối lượng riêng của hóa chất ($\text{tấn}/\text{m}^3$) (thường lấy $1,1 \text{ tấn}/\text{m}^3$).

P_k : Độ tinh khiết của hóa chất (%).

h : Chiều cao cho phép của lớp hóa chất lấy như sau :

Phèn nhôm cục : $h = 2\text{m}$.

Vôi cục chưa tôi : $h = 1,5\text{m}$.

Phèn FeSO_4 trong bao giấy $h = 2\text{m}$.

Thùng đựng FeCl_3 ; $h = 2,5\text{m}$.

Muối ăn đánh thành thành đồng $h = 2 \div 2,5\text{m}$.

III. THIẾT BỊ HÒA TRỘN CHẤT PHẢN ỨNG

Sau khi đưa chất phản ứng vào nước, cần phải hòa trộn đều chất phản ứng với nước. Quá trình trộn phải được tiến hành rất nhanh chóng trong một khoảng thời gian ngắn trước lúc tạo thành những bông kết tủa. Thời gian đó thường lấy bằng 1 ÷ 2 phút. Phương pháp trộn chia hai loại : trộn cơ học và trộn thủy lực.

3.1. Phương pháp trộn cơ học

Biện pháp trộn cơ học có thể thực hiện nhờ cánh hay bản lá của máy bơm trong trạm bơm cấp I. Lúc đó dung dịch phèn được đưa vào ống hút của máy bơm cấp I. Để đảm bảo chắc chắn hiệu quả khuấy trộn, khoảng cách ống dẫn từ máy bơm đến bể phản ứng chỉ nên có một chiều dài nhất định.

Biện pháp chủ yếu trong trộn cơ học là dùng máy khuấy (giống thiết bị khuấy trộn phèn). Thời gian trộn cơ học lấy từ 30 ÷ 60 giây. Việc khuấy trộn phèn được tiến hành trong các bể trộn hình vuông hoặc tròn với tỉ lệ giữa chiều cao và chiều rộng là 2 : 1. Nước và hóa chất đi vào ở phần đáy bể và sau khi hòa trộn được thu lại ở phía trên mặt bể và đưa sang bể phản ứng.

Trộn cơ học có nhiều ưu điểm như : thời gian trộn ngắn, có thể tự điều chỉnh cường độ khuấy trộn theo ý muốn. Song nhược điểm chính của biện pháp này là cần có máy khuấy

và các thiết bị cơ khí khác đòi hỏi trình độ quản lý và vận hành cao. Vì vậy trộn cơ học nên áp dụng cho các nhà máy nước có mức độ cơ giới hóa và tự động hóa cao và có công suất lớn.

Ở Việt Nam, hiện nay vẫn dùng biện pháp trộn thủy lực là chủ yếu.

3.2. Phương pháp trộn thủy lực

Trộn thủy lực là phương pháp dùng các loại vật cản để tạo ra sự xáo trộn trong dòng chảy hỗn hợp nước và hóa chất để hòa tan chúng với nhau.

Trộn thủy lực có thể được thực hiện ngay trên ống dẫn của máy bơm cấp I hoặc trong các bể trộn.

Đơn giản nhất là đưa phèn vào ống dẫn của máy bơm cấp I. Chiều dài ống dẫn phải đủ để tạo ra một tổn thất áp lực $h = 0,3 \div 0,4\text{m}$. Nếu không đạt được trị số tổn thất áp lực trên thì cần gắn thêm thiết bị vành chắn (vòng đệm) để tạo ra tổn thất áp lực h và vận tốc cục bộ $v = 1,2 \div 1,5\text{m/s}$. Lúc đó sẽ tạo ra dòng chảy rối bảo đảm trộn đều phèn với nước. Hình (2-10) giới thiệu thiết bị vành chắn tạo dòng chảy rối trong ống.

Tỉ số $\frac{d}{D}$ phải tính sao cho tổn thất áp lực trên vành chắn nằm trong giới hạn cho phép.

Trộn trong các bể trộn : thường sử dụng các loại bể trộn (bể trộn đứng, bể trộn có tấm chắn khoan lỗ, có tấm chắn ngang, có tấm chắn nghiêng, bể trộn cơ giới...).

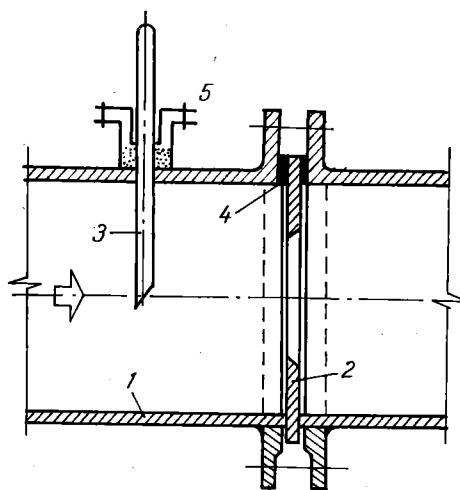
Lưu ý : Khi thiết kế các loại bể trộn, không cần thiết kế bể dự phòng, nhưng cần có đường ống dẫn tất không qua bể trộn.

3.2.1. Bể trộn đứng :

Thường sử dụng trong trường hợp có dùng vôi sữa để kiểm hòa nước với công suất bất kỳ. Vì chỉ có bể trộn đứng mới bảo đảm giữ cho các phần tử vôi ở trạng thái lơ lửng, làm cho quá trình hòa tan vôi được thực hiện triệt để. Còn nếu dùng các bể trộn khác thì có thể vôi sẽ bị kết tủa trước các tấm chắn. Kinh nghiệm cho thấy, diện tích tối đa của một bể trộn đứng không nên lớn hơn 15m^2 , vì khi diện tích mặt bằng càng lớn, thì khả năng trộn đều hóa chất với nước càng kém.

Hình (2-11) giới thiệu cấu tạo của bể trộn đứng.

Bể trộn đứng có hình dạng mặt bằng vuông hoặc tròn, phần dưới cấu tạo hình tháp hoặc chóp với góc ở đáy $\alpha = 30 \div 40^\circ$.



Hình 2-10 : Thiết bị vành chắn tạo dòng chảy rối trong ống

- 1- Ống dẫn nước ; 2- Vành chắn ;
- 3- Ống dẫn dung dịch hóa chất ;
- 4- Zoăng cao su ; 5- Vành chèn.

Nguyên tắc làm việc của bể trộn : nước đưa vào xử lý chảy từ dưới lên. Tốc độ dòng nước đưa vào phía đáy $v_d = 1 \div 1,5 \text{ m/s}$. Với tốc độ này sẽ tạo nên chuyển động rối, làm cho nước trộn đều với dung dịch chất phản ứng. Nước vào từ đáy dâng lên với tốc độ nước dâng $v_d = 25 \text{ mm/s}$. Sau đó theo máng vòng quanh bể có đục lỗ chảy ngập vào máng dẫn tới máng tập trung, từ đó chảy sang công trình tiếp theo. Tốc độ nước chảy trong máng $v_m = 0,6 \text{ m/s}$. Thời gian nước lưu lại trong bể không vượt quá 2 phút. Ngoài ra có thể sử dụng giàn ống khoan lỗ thu nước thay cho máng vòng. Các thông số tính toán tương tự như ở máng vòng.

Ví dụ (2-3) : Tính bể trộn đứng cho trạm xử lý có công suất $9.000 \text{ m}^3/\text{ngày}$ đêm.

Giải : Công suất trạm xử lý là :

$$9.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 375 \text{ m}^3/\text{h} = 0,104 \text{ m}^3/\text{s} = 104 \text{ l/s}.$$

Diện tích tiết diện ngang ở phần trên của bể trộn tính với vận tốc nước dâng $v_d = 25 \text{ mm/s} = 0,025 \text{ m/s}$ là :

$$f_t = \frac{Q}{v_d} = \frac{0,104}{0,025} = 4,16 \text{ m}^2$$

Nếu mặt bằng phần trên của bể trộn có hình dạng vuông, thì chiều dài mỗi cạnh là : $b_t = \sqrt{f_t} = \sqrt{4,16} = 2,04 \text{ m}$. Chọn đường kính ống dẫn nước nguồn vào bể là : $D = 350 \text{ mm}$.

Ứng với $Q = 104 \text{ l/s}$ thì $v = 1,07 \text{ m/s}$ tức là nằm trong giới hạn cho phép từ $1 \div 1,5 \text{ m/s}$. Đường kính ngoài của ống dẫn nước vào bể sẽ là 377 mm .

Do đó diện tích đáy bể (chỗ nối với ống) sẽ là :

$$f_d = 0,377 \times 0,377 = 0,142 \text{ m}^2.$$

Chọn góc nón $\alpha = 40^\circ$ thì chiều cao phần hình tháp (phần dưới bể) sẽ là :

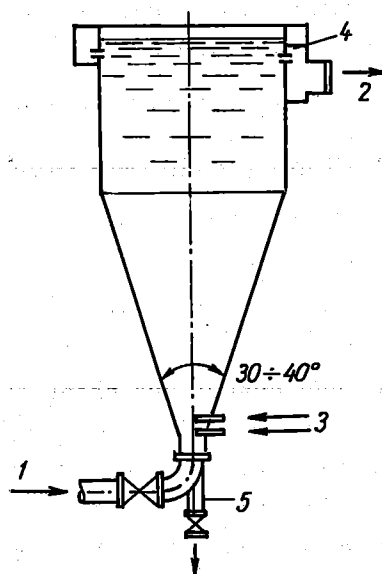
$$h_d = \frac{1}{2} (b_t - b_d) \cdot \cotg \frac{40^\circ}{2} = \frac{1}{2} (2,04 - 0,377) \cdot 2,747 = 2,3 \text{ m}$$

Thể tích phần hình tháp của bể trộn bằng :

$$\begin{aligned} W_d &= \frac{1}{3} h_d (f_t + f_d + \sqrt{f_t \cdot f_d}) \quad (\text{m}^3). \\ &= \frac{1}{3} \cdot 2,3 (4,16 + 0,142 + \sqrt{4,16 \cdot 0,142}) = 3,9 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Thể tích toàn phần của bể với thời gian lưu lại của nước trong bể là 1,5 phút sẽ là :

$$W = \frac{Q \cdot t}{60} = \frac{375 \cdot 1,5}{60} = 9,40 \text{ m}^3$$



Hình 2.11 : Bể trộn đứng

1- Ống dẫn nước vào ; 2- Ống đưa nước sang bể phản ứng ; 3- Ống dẫn hoá chất ; 4- Máng thu nước ; 5- Ống xả.

Thể tích phần trên (hình hộp) của bể sẽ là :

$$W_t = W - W_d = 9,40 - 3,9 = 5,5\text{m}^3$$

Chiều cao phần trên của bể là : $h_t = \frac{W_t}{f_t} = \frac{5,5}{4,16} = 1,3\text{m}$

Chiều cao toàn phần của bể sẽ là : $h = h_t + h_d = 1,3 + 2,3 = 3,6\text{m}$.

Dự kiến thu nước bằng máng vòng có lỗ ngập trong nước. Nước chảy trong máng đến chỗ ống dẫn nước ra khỏi bể theo hai hướng ngược chiều nhau, vì vậy lưu lượng nước tính toán của máng sẽ là :

$$q_m = \frac{Q}{2} = \frac{375}{2} = 187,5\text{m}^3/\text{h}.$$

Diện tích tiết diện máng với tốc độ nước chảy trong máng $v_m = 0,6\text{m/s}$ sẽ là :

$$f_m = \frac{q_m}{v_m} = \frac{187,5}{0,6 \cdot 3600} = 0,087\text{m}^2.$$

Chọn chiều rộng máng : $b_m = 0,25\text{m}$ thì chiều cao lớp nước tính toán trong máng sẽ là :

$$h_m = \frac{f_m}{b_m} = \frac{0,087}{0,25} = 0,35\text{m}.$$

Độ dốc của máng về phía ống tháo nước ra lấy bằng 0,02 tổng diện tích các lỗ ngập thu nước ở thành máng với tốc độ nước chảy qua lỗ $v_l = 1\text{m/s}$ sẽ là :

$$\sum f_l = \frac{Q}{v_l} = \frac{375}{1 \cdot 3600} = 0,104\text{m}^2.$$

chọn đường kính lỗ $d_l = 30\text{ mm}$ thì diện tích của mỗi lỗ sẽ là : $f_l = 0,0007\text{ m}^2$. Tổng số lỗ trên thành máng sẽ là :

$$n = \frac{\sum f_l}{f_l} = \frac{0,104}{0,0007} = 148\text{ lỗ}.$$

Các lỗ được bố trí ngập trong nước 70 mm (tính đến tâm lỗ), chu vi phía trong của máng là :

$$P_m = 4b_t = 4 \cdot 2,04 = 8,16\text{m}.$$

Khoảng cách giữa các tâm lỗ :

$$e = \frac{P_m}{n} = \frac{8,16}{148} = 0,055\text{m}.$$

Khoảng cách giữa các lỗ :

$$e - d_l = 0,055 - 0,03 = 0,025\text{m}$$

với $Q = 104\text{ l/s}$, chọn ống dẫn sang bể phản ứng $d = 400\text{ mm}$, ứng với $v = 0,82\text{m/s}$ (Quy phạm $0,8 \div 1\text{m/s}$).

3.2.2. Bể trộn có tấm chắn khoan lỗ

Bể trộn có tấm chắn khoan lỗ thực chất là một cái máng, bên trong có 3 tấm chắn thẳng đứng (các tấm chắn có khả năng tháo lắp được), trên các tấm chắn có khoan nhiều hàng lỗ.

Các lỗ khoan sẽ tạo nên rất nhiều xoáy nước, làm cho chất phản ứng được trộn đều với nước. Bể trộn có tấm chắn khoan lỗ sử dụng thuận lợi cho những trạm xử lý có công suất vừa và lớn. Tốc độ dòng nước qua lỗ $v_l = 1\text{m/s}$, tốc độ dòng nước ở cuối máng trộn $v_m = 0,6\text{m/s}$.

Để tránh không khí hòa trộn vào nước, hàng lỗ trên cùng phải ngập sâu trong nước từ $0,1 \div 0,15\text{m}$. Đường kính lỗ $d_l = 20 \div 100\text{mm}$ (trị số lớn dùng cho trạm xử lý có công suất lớn hơn $25.000\text{m}^3/\text{ngày đêm}$). Tổng diện tích các lỗ trên một tấm chắn lấy bằng $30 \div 35\%$ diện tích làm việc của tấm chắn đó. Khoảng cách giữa các tấm chắn lấy bằng chiều rộng bể. Chiều sâu mực nước tối thiểu ở ngăn cuối cùng phải bằng $0,2 \div 0,5\text{m}$. Ở đầu bể thường bố trí ngăn tràn và tháo nước tràn.

Tổn thất áp lực qua mỗi tấm chắn có thể tính theo công thức (2-12).

$$h = \frac{v_l^2}{\mu^2 \cdot 2g} \quad (\text{m}) \quad (2-12)$$

Trong đó :

v_l : Vận tốc nước chảy qua lỗ (m/s).

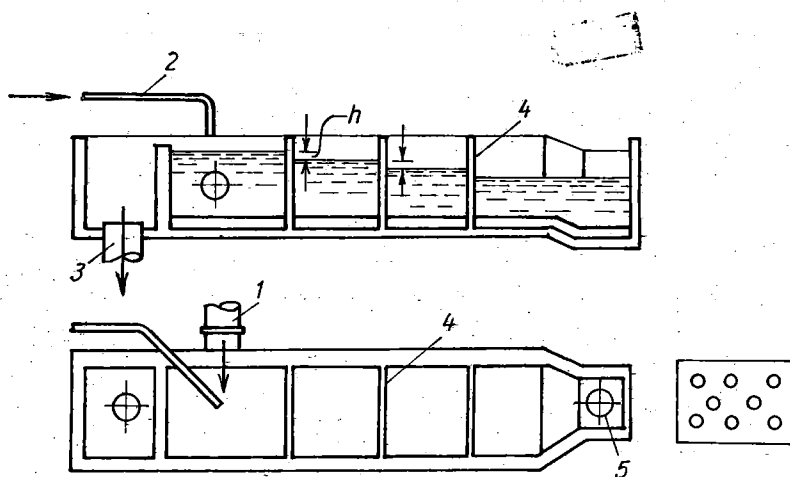
μ : Hệ số lưu lượng qua lỗ phụ thuộc vào tỉ số giữa đường kính lỗ và chiều dày tấm chắn d_l/δ . Có thể lấy như sau : Theo bảng (2-4)

Bảng 2-4 : Hệ số lưu lượng μ qua lỗ

d_l/δ	1,0	1,5	2,0	3,0
μ	0,75	0,71	0,65	0,62

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

Bể trộn có tấm chắn khoan lỗ được giới thiệu trên hình (2-12)



Hình 2-12 : Bể trộn có tấm chắn khoan lỗ

1- Ống dẫn nước vào ; 2- Ống dẫn hóa chất; 3- Ống xả tràn
4- Tấm chắn khoan lỗ ; 5- Ống dẫn nước ra ;

Ví dụ (2-4) : Tính bể trộn có tấm chắn khoan lỗ cho trạm xử lí có công suất 20.000 m³/ngày đêm.

Giải : Công suất trạm xử lí là :

$$20.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 833,3 \text{ m}^3/\text{h} = 0,23 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lấy đường kính lỗ $d_l = 60 \text{ mm} = 0,06\text{m}$

$$\text{Diện tích mỗi lỗ là : } f_l = \frac{\pi d_l^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,06^2}{4} = 0,00283\text{m}^2.$$

Diện tích tất cả các lỗ trên một tấm chắn là :

$$\sum f_l = \frac{Q}{v_l} = \frac{0,23}{1} = 0,23\text{m}^2.$$

Số lỗ trên mỗi tấm chắn là :

$$n = \frac{\sum f_l}{f_l} = \frac{0,23}{0,00283} = 81 \text{ lỗ}$$

Tổn thất áp lực qua mỗi tấm chắn là :

$$h = \frac{v_l^2}{\mu^2 \cdot 2g} = \frac{1^2}{0,75^2 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,09\text{m}.$$

(chọn $\delta = 0,06\text{m}$ nên $d_l/\delta = \frac{0,06}{0,06} = 1$ tra bảng (2-4). $\mu = 0,75$).

Tính tiết diện ở cuối máng bể trộn : ($v_m = 0,6\text{m/s}$).

$$f_m = \frac{Q}{v_m} = \frac{0,23}{0,6} = 0,38\text{m}^2$$

chọn chiều cao cuối máng $H = 0,65\text{m}$ ($H \geq 0,5\text{m}$).

chiều rộng cuối máng : $b = \frac{0,38}{0,65} = 0,585\text{m} \approx 0,6\text{m}.$

Tiết diện bể trộn chỗ đặt các tấm chắn :

$$F_b = \frac{\sum f_l}{30\%} = \frac{\sum f_l}{30} \cdot 100 = \frac{0,23}{30} \cdot 100 = 0,77\text{m}^2.$$

Chiều rộng của bể trộn :

$$B = \frac{F_b}{H} = \frac{0,77}{0,65} = 1,2\text{m}.$$

Khoảng cách giữa các tấm chắn bằng $B = 1,2\text{m}$.

Chiều cao lớp nước trước tấm chắn thứ ba :

$$H + h = 0,65 + 0,09 = 0,74\text{m}.$$

Chiều cao lớp nước trước tấm chắn thứ hai :

$$0,74 + 0,09 = 0,83\text{m}$$

Chiều cao lớp nước trước tấm chắn thứ nhất :

$$0,83 + 0,09 = 0,92\text{m}.$$

Khoan trên mỗi tấm chắn : 7 hàng lỗ theo chiều đứng và 12 hàng lỗ theo chiều ngang.

Khoảng cách giữa các lỗ theo chiều đứng : (Quy phạm độ ngập sâu của lỗ là $0,1 \div 0,15\text{m}$).

Ở tấm chắn thứ ba : $e_3 = \frac{740 - 100}{7} = 91\text{mm}$

Ở tấm chắn thứ hai : $e_2 = \frac{830 - 100}{7} = 104\text{mm}$

Ở tấm chắn thứ nhất : $e_1 = \frac{920 - 100}{7} = 147\text{mm}.$

Khoảng cách giữa tâm lỗ theo chiều ngang đều như nhau ở cả 3 tấm chắn :

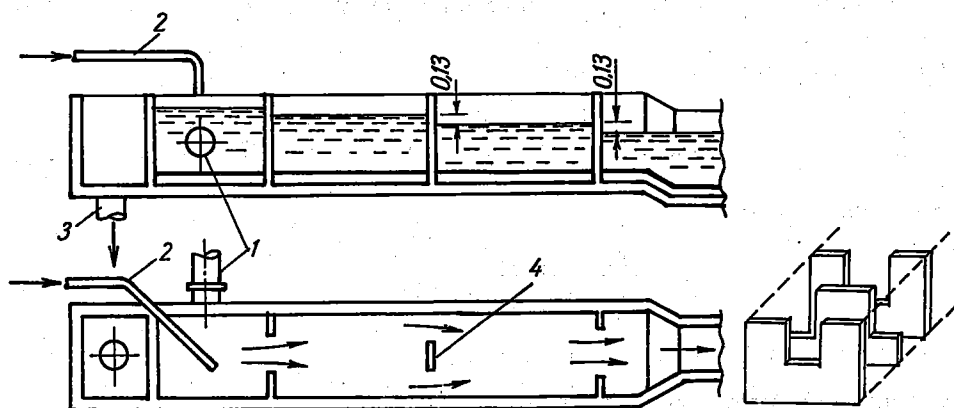
$$e = \frac{1200}{12} = 100\text{mm}.$$

3.2.3 : Bể trộn vách ngăn ngang có cửa thu hẹp.

Bể trộn vách ngăn ngang có cấu tạo như một cái máng hình chữ nhật. Trong máng đặt ba vách ngăn có cửa thu hẹp. Vách đầu và cuối có cửa thu hẹp ở giữa. Vách giữa có cửa thu hẹp ở hai bên. Nhờ có cấu tạo các cửa thu hẹp so le như vậy mà tạo nên chuyển động xoáy cần thiết làm cho dung dịch chất phản ứng trộn đều với nước. Bể trộn có vách ngăn ngang áp dụng thích hợp cho các trạm xử lý có công suất vừa và nhỏ. Tốc độ nước chảy trong máng $v_m \geq 0,6\text{m/s}$ - Tốc độ nước qua cửa thu hẹp $v_h = 1\text{m/s}$.

Tổn thất áp lực qua một tấm chắn $h = 0,13\text{m}$ hoặc có thể tính theo công thức (2-12).
Đỉnh cửa thu hẹp ngập sâu dưới mặt nước là $0,1 \div 0,15\text{ m}$.

Khoảng cách giữa hai vách ngăn lấy bằng 2 lần chiều rộng bể. Hình (2-13) giới thiệu bể trộn có vách ngăn ngang.



Hình 2-13 : Bể trộn có vách ngăn ngang.

1- Ống dẫn nước vào ; 2- Ống dẫn hóa chất; 3- Ống xả tràn ; 4- Vách ngăn.

Ví dụ (2-5) : Tính toán bể trộn có vách ngăn ngang cho trạm xử lí có công suất 12.000 m³/ngày đêm.

Giải :

Công suất trạm xử lí : $Q = 12.000\text{m}^3/\text{ngày đêm} = 500\text{m}^3/\text{h} = 0,139\text{ m}^3/\text{s}$.

Diện tích máng :

$$f_m = \frac{Q}{v_m} = \frac{0,139}{0,6} = 0,23\text{m}^2.$$

Chọn chiều cao lớp nước cuối bể :

$$h_c = 0,5\text{ m (Quy phạm } h_c = 0,4 \div 0,5\text{m)}.$$

Chiều rộng máng : $b_m = \frac{f_m}{h_c} = \frac{0,23}{0,5} = 0,46\text{m}$.

Tổn thất áp lực qua các cửa thu hẹp : lấy $h = 0,13\text{m}$ hoặc có thể tính theo công thức (2-12).

$$h = \frac{v}{\mu^2 \cdot 2g} = \frac{1^2}{0,62^2 \cdot 2 \cdot 0,81} = 0,13\text{m}$$

(Quy phạm $v = 1\text{m/s}$ lấy $\mu = 0,62$).

Kích thước của cửa thu hẹp :

Cửa vách giữa : gồm 2 cửa, diện tích một cửa là :

$$f_{c_2} = \frac{Q}{2 \cdot v} = \frac{0,139}{2 \cdot 1} = 0,07\text{m}^2$$

Chiều cao lớp nước sau vách ngăn giữa :

$$h_2 = 0,5 + 0,13 = 0,63\text{m}.$$

Nếu lấy khoảng cách của mép trên cửa thu hẹp với bề mặt của lớp nước trên nó là 0,13m (Quy phạm là 0,1 ÷ 0,15m) thì chiều cao của cửa thu hẹp ở ngăn giữa là :

$$h_{c_2} = 0,63 - 0,13 = 0,5\text{m}.$$

Chiều rộng cửa : $bc_2 = \frac{0,07}{0,5} = 0,14\text{m}$.

Cửa thu hẹp ở vách ngăn đầu và cuối :

Mỗi vách ngăn có một cửa, diện tích cửa là :

$$f_{c_{1,3}} = \frac{Q}{v} = \frac{0,139}{1} = 0,139\text{m}^2.$$

Chiều cao lớp nước sau vách ngăn 3 : $h_c = 0,5\text{m}$.

Khoảng cách giữa đỉnh cửa thu hẹp và mặt nước trên nó lấy 0,13m.

Chiều cao cửa thu hẹp 3 :

$$h_{c_3} = 0,5 - 0,13 = 0,37\text{m}.$$

Chiều rộng cửa thu hẹp 3 :

$$bc_3 = \frac{f_{c_3}}{h_{c_3}} = \frac{0,139}{0,37} = 0,38\text{m}.$$

Chiều cao lớp nước sau vách ngăn đầu :

$$h_1 = 0,5 + 0,13 + 0,13 = 0,76\text{m}$$

Lấy khoảng cách đỉnh cửa thu hẹp và mặt nước là 0,13m.

$$hc_1 = 0,76 - 0,13 = 0,63\text{m}.$$

$$bc_1 = \frac{fc_1}{hc_1} = \frac{0,139}{0,63} = 0,22 \text{ mm}.$$

Khoảng cách giữa các vách ngăn là :

$$l = 2b = 2.0,46 = 0,92\text{m}.$$

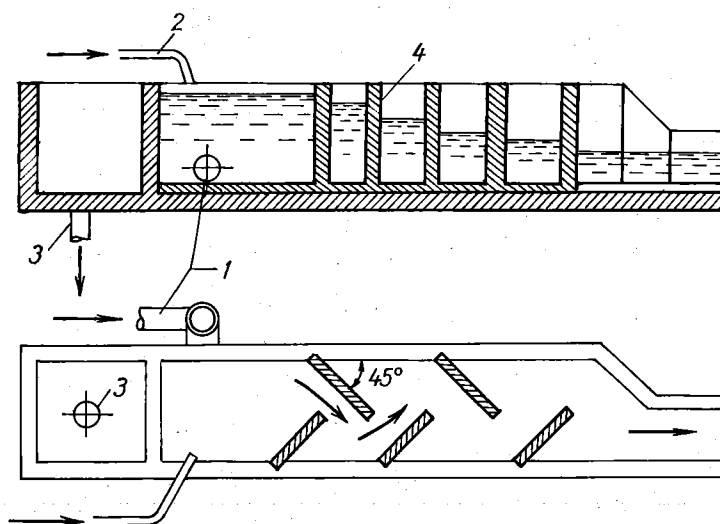
Ngoài ra, để tăng cường khả năng xáo trộn hóa chất và nước, người ta còn thiết kế kiểu bể trộn có vách ngăn nghiêng như trên hình (2-14)

3.2.4. Bể trộn cơ khí

Trộn cơ khí là dùng năng lượng của cánh khuấy để tạo ra dòng chảy rối. Việc khuấy trộn thường được tiến hành trong các bể trộn hình vuông hoặc hình tròn với tỉ lệ giữa chiều cao và chiều rộng là 2 : 1.

Nguyên tắc làm việc : nước và hóa chất được đi vào phía đáy bể, sau khi hòa trộn đều sẽ được thu dụng dịch ở trên mặt bể để đưa sang bể phản ứng.

Cánh khuấy có thể có cấu tạo theo nhiều dạng khác nhau, có thể là cánh tuốcbin hoặc cánh phẳng gắn trên trục quay. Tùy theo chiều sâu bể mà có thể gắn nhiều tầng cánh trên cùng 1 trục quay.



Hình 2-14 : Bể trộn có vách ngăn nghiêng

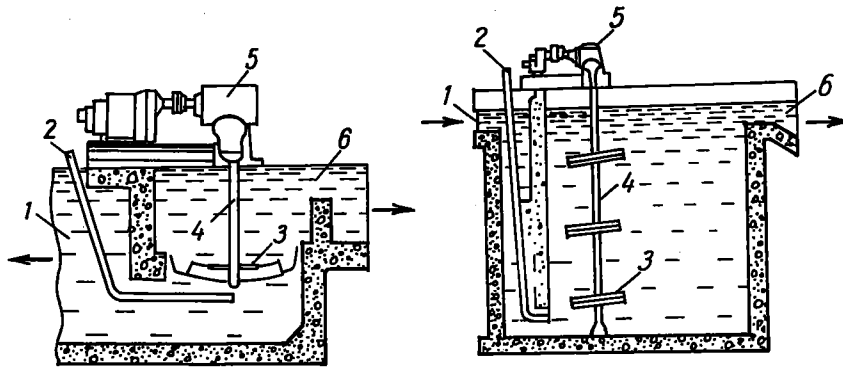
1- Ống nước vào; 2- Ống dẫn hóa chất ;

3- Ống tràn ; 4- Vách ngăn.

Tốc độ của trục quay được chọn theo kiểu cánh khuấy và kích thước cánh khuấy. Vận tốc giới hạn của điểm xa nhất trên cánh khuấy so với trục quay không lớn hơn 4,5m/s. Cánh khuấy kiểu tuốcbin có tốc độ quay trên trục là 500 ÷ 1500 vòng/phút, còn kiểu cánh phẳng là 50 ÷ 500 vòng/phút.

Cánh khuấy có thể làm bằng thép không gỉ, hợp kim hoặc bằng gỗ. Trục quay đặt theo phương thẳng đứng, bộ phận truyền động đặt trên mặt bể. Cấu tạo của bể trộn cơ khí được trình bày trên hình (2-15).

Bể trộn cơ khí có ưu điểm hơn các loại bể trộn thủy lực là, có thể điều chỉnh cường độ khuấy trộn theo ý muốn. Thời gian khuấy trộn ngắn nên dung tích bể trộn nhỏ, tiết kiệm vật liệu xây dựng.



Hình 2-15 : Bể trộn cơ khí

1- Nước nguồn ; 2- Ống dẫn hóa chất ; 3- Cánh khuấy ;
4- Trục quay ; 5- Bộ phận truyền động ; 6- Nước sang bể phản ứng

Nhược điểm của bể trộn cơ khí là phải có máy khuấy và các thiết bị cơ khí, đòi hỏi người quản lý vận hành phải có trình độ nhất định.

Bể trộn cơ khí nên áp dụng cho các trạm xử lý có công suất vừa và lớn, có mức độ cơ giới hóa và tự động hóa cao.

IV. TÁCH KHÍ TRONG NƯỚC

Ngăn tách khí cần được thiết kế khi sử dụng bể lắng có ngăn phản ứng đặt bên trong, bể lắng trong có lớp cặn lơ lửng và bể lọc tiếp xúc.

Diện tích ngăn tách khí phải xác định bằng tính toán với tốc độ nước đi xuống không lớn hơn 0,05m/s và thời gian nước lưu lại trong ngăn không được nhỏ hơn 1 phút.

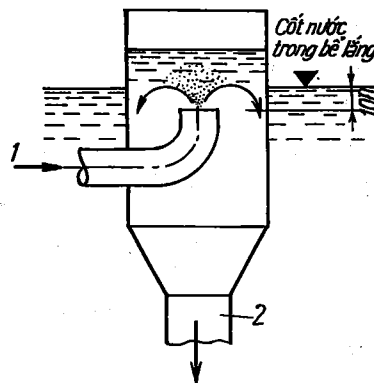
Ngăn tách khí có thể thiết kế chung cho tất cả các công trình hoặc thiết kế riêng cho từng công trình.

Trong những trường hợp kết cấu bể trộn đảm bảo tách được bọt khí và trên đường nước đi từ bể trộn đến những công trình tiếp theo tránh được không khí lọt vào nước thì không phải thiết kế ngăn tách khí. Hình (2-16) giới thiệu ngăn tách khí.

Ví dụ (2-6) : Tính toán ngăn tách khí cho trạm xử lý có công suất 24.000 m³/ngày đêm.

Giải : Thể tích ngăn tách khí tính với thời gian nước lưu lại trong ngăn $t = 1,5$ phút = 90 giây.

và $Q = 24.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 1000 \text{ m}^3/\text{h}$
 $= 0,278 \text{ m}^3/\text{s}$ là :



Hình 2-16 : Ngăn tách khí

1- Nước từ bể trộn sang ngăn tách khí ;
2- Nước được đưa sang công trình tiếp theo.

$$W = Q.t = 0,278 \times 90 = 25 \text{ m}^3.$$

Cấu tạo 3 ngăn tách khí, mỗi ngăn có chiều dài 6m, chiều rộng 0,7m. Vận tốc nước đi xuống sẽ là :

$$v = \frac{Q}{3lb} = \frac{0,278}{6 \times 0,7 \times 3} = 0,022 \text{ m/s} < 0,05 \text{ m/s (đảm bảo)}.$$

$$\text{Chiều cao ngăn tách khí : } h = \frac{W}{3lb} = \frac{25}{3 \cdot 6 \cdot 0,7} = 1,98 \text{ m (chưa kể chiều cao bảo vệ)}.$$

Ống dẫn nước từ bể trộn sang đặt ngập trong ngăn tách khí với khoảng cách không được nhỏ hơn 100mm tính từ miệng ống đến mực nước trong ngăn tách khí.

V. THIẾT BỊ PHẢN ỨNG TẠO BÔNG KẾT TỦA

Nước và chất phản ứng sau khi đã được hòa trộn đều trong bể trộn sẽ được đưa sang bể phản ứng. Bể phản ứng có chức năng hoàn thành nốt quá trình keo tụ, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tiếp xúc và kết dính giữa các hạt keo và cặn bẩn trong nước để tạo nên những bông cặn đủ lớn và được giữ lại trong bể lắng. Trên thực tế việc chọn bể phản ứng phải đồng thời với việc chọn bể lắng và các chỉ tiêu kĩ thuật của chúng có ảnh hưởng lẫn nhau. Bể phản ứng có thể ghép chung với bể lắng hoặc tách rời. Riêng bể lắng trong có lớp cặn lơ lửng không cần xây dựng thêm bể phản ứng vì ngay trong lớp cặn lơ lửng của nó, phản ứng tạo bông kết tủa xảy ra nhanh, tạo thành những bông cặn to và chắc.

Để đạt được chất lượng kết tủa cao, khi tính toán cấu tạo bể phải khống chế vận tốc nước chảy trong bể và thời gian nước lưu lại trong bể một cách hợp lí. Nếu tính toán không chính xác thì hoặc cặn sẽ lắng ở trong bể phản ứng gây khó khăn cho quản lí hoặc không thu được các bông kết tủa có kích thước đủ lớn, do đó hiệu quả lắng sẽ thấp.

Hiện nay có nhiều loại bể phản ứng được sử dụng, thời gian nước lưu lại trong bể kéo dài từ 6 ÷ 40 phút tùy theo từng kiểu bể. Các loại bể phản ứng và thời gian nước lưu lại trong bể tương ứng được ghi trong bảng (2-5).

Bảng 2-5 : Các kiểu bể phản ứng và thời gian nước lưu lại ở bể.

Các kiểu bể phản ứng	Thời gian nước lưu lại trong bể (phút)
1. Bể phản ứng xoáy : - Xoáy hình trụ - Xoáy hình phễu	15 ÷ 20 6 ÷ 10
2. Bể phản ứng có vách ngăn : - Vách ngăn ngang - Vách ngăn đứng	20 đối với nước đục 30 ÷ 40 nước có màu
3. Bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng	không nhỏ hơn 20
4. Bể phản ứng tạo bông kết tủa cơ khí	10 ÷ 30

5.1. Bể phản ứng xoáy

Bể phản ứng xoáy có hai kiểu cấu tạo : xoáy hình trụ và xoáy hình phễu.

Bể phản ứng xoáy hình trụ : bể gồm một ống hình trụ đặt ở tâm bể lắng đứng. Loại bể này thường áp dụng cho trạm xử lí có công suất nhỏ (đến 3000m³/ngày đêm). Nước đã được

trộn đều chất phản ứng từ bể trộn chuyển sang bể phản ứng theo đường ống có gắn vòi phun ở phía cuối ống. Hai vòi phun được đặt đối xứng qua tâm bể, có hướng phun ngược nhau và chiều phun nằm trên phương tiếp tuyến với đường chu vi của bể. Nước ra khỏi miệng phun với tốc độ lớn ($v_f = 2 \div 3 \text{ m/s}$), chảy quanh bể tạo thành chuyển động xoáy từ trên xuống. Các lớp nước ở bán kính quay khác nhau sẽ có tốc độ chuyển động khác nhau, tạo điều kiện tốt cho các hạt cặn, keo và chạm kết dính với nhau thành bông cặn. Đường kính vòi phun chọn theo tốc độ nước ra khỏi miệng phun. Khoảng cách từ miệng phun đến thành trong bể phản ứng là : $0,2 D_b$ (D_b là đường kính bể phản ứng).

$$D_b = \sqrt{\frac{4Qt}{60 \cdot \Pi \cdot H \cdot n}} \quad (\text{m}) \quad (2-13).$$

Trong đó :

t : Thời gian nước lưu lại trong ngăn phản ứng. Lấy $t = 15 \div 20$ phút.

H_f : Chiều cao ngăn phản ứng, lấy bằng 0,9 chiều cao vùng lắng của bể lắng (có thể $H = 2,6 \div 5\text{m}$).

Q : Lưu lượng nước xử lý (m^3/h).

n : Số bể phản ứng làm việc đồng thời.

Tổn thất áp lực tại vòi phun lấy theo công thức (2-14).

$$h = 0,06 v_f^2 \quad (\text{m}) \quad (2-14).$$

Trong đó :

v_f : Vận tốc nước qua vòi phun.

Để triệt tiêu chuyển động xoáy và phân phối nước đều vào bể lắng, người ta đặt một khung chắn ở dưới đáy bể phản ứng.

Khung chắn có ô hình vuông, kích thước là $0,5 \times 0,5 \text{ m}$. Chiều cao khung chắn lấy bằng 0,8 m. Ngoài ra theo đường chu vi bể có thể đặt các vách ngăn hướng dòng xếp hình nan quạt. Khoảng cách giữa các vách ngăn tại đường chu vi bể phản ứng lấy từ $0,4 \div 0,6 \text{ m}$. Hình (2-17) giới thiệu bể phản ứng xoáy hình trụ kết hợp với bể lắng đứng.

Ví dụ (2-7) : Tính bể phản ứng xoáy hình trụ cho trạm xử lý có công suất $2400 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$.

Giải :

Diện tích một ngăn phản ứng xoáy là :

$$f_b = \frac{Q \cdot t}{60 \cdot H \cdot n} \quad (\text{m}^2).$$

Trong đó :

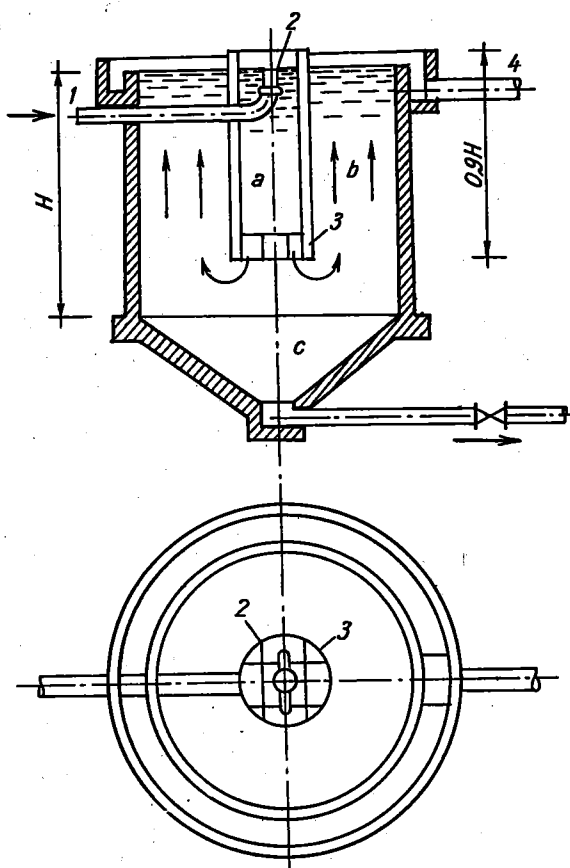
t : Thời gian nước lưu lại trong bể $t = 18$ phút (quy phạm $t = 15 \div 20$ phút).

H_f : Chiều cao bể phản ứng lấy bằng 0,9 chiều cao vùng lắng của bể lắng. Theo quy phạm chiều cao vùng lắng $2,6 \div 5\text{m}$ chọn chiều cao vùng lắng là 5m.

$$H_f = 0,9 \cdot 5 = 4,5\text{m}.$$

Q : Công suất nhà máy nước $Q = 100\text{m}^3/\text{h}$.

n : Số bể phản ứng tính toán (lấy bằng số bể lắng) chọn $n = 2$.



Hình 2-17 : Bể lắng đứng với ngăn phản ứng xoáy hình trụ.
a- Bể phản ứng xoáy hình trụ ;
b- Phần lắng của bể lắng đứng ;
c- Phần chứa cặn của bể lắng
1- Ống dẫn nước vào ;
2- Vòi phun xoáy nước.
3- Cấu tạo hướng dòng ;
4- Ống dẫn nước ra.

$$f_b = \frac{100 \times 18}{60 \times 4,5 \times 2} = 3,40 \text{ m}^2.$$

Đường kính của bể phản ứng :

$$D_b = \sqrt{\frac{4Q \cdot t}{60 \cdot \Pi \cdot H \cdot n}} = \sqrt{\frac{4}{\Pi} \cdot f_b} = \sqrt{\frac{4}{3,14} \cdot 3,40} = 2,1 \text{ m}.$$

Lưu lượng nước đi vào mỗi bể :

$$q_b = \frac{100}{3600 \cdot 2} = 0,0139 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Chọn đường kính ống dẫn nước vào bể $D = 150 \text{ mm}$.

Tốc độ nước chảy trong ống là :

$$v = \frac{4}{\Pi} \cdot \frac{q_b}{D^2} = \frac{4}{3,14} \cdot \frac{0,0139}{0,15^2} = 0,8 \text{ m/s}.$$

(Quy phạm $v = 0,8 \div 1 \text{ m/s}$).

Miệng phun đặt cách thành buồng phản ứng là :

$$0,2D_b = 0,2 \times 2,1 = 0,42 \text{ m}.$$

Đường kính miệng phun :

$$d_f = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{q_b}{\mu \cdot v_f}}$$

Trong đó :

μ : Hệ số lưu lượng đối với miệng phun hình nón có góc nón $\beta = 25^\circ$ thì $\mu = 0,908$.

Lấy $v_f = 2,5\text{m/s}$ (Quy phạm $v_f = 2 + 3\text{m/s}$).

vậy
$$d_f = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{0,0139}{0,908 \cdot 2,5}} = 0,088\text{mm}.$$

chọn $d_f = 100\text{mm}$.

Chiều dài miệng phun :

$$l_f = \frac{d_f}{2} \cdot \cotg \frac{\beta}{2} = 50 \cdot \cotg \frac{25^\circ}{2} = 226\text{mm}.$$

Tổn thất áp lực ở miệng phun :

$$h = 0,06 \cdot v_{\text{fkté}}^2$$

$v_{\text{fkté}}$: Vận tốc phun kinh tế lấy như sau :

$$v_{\text{fkté}} = 1,13^2 \cdot \frac{q_b}{d_f^2 \cdot \mu} = 1,13^2 \cdot \frac{0,0139}{0,1^2 \times 0,908} = 12,0\text{m/s}.$$

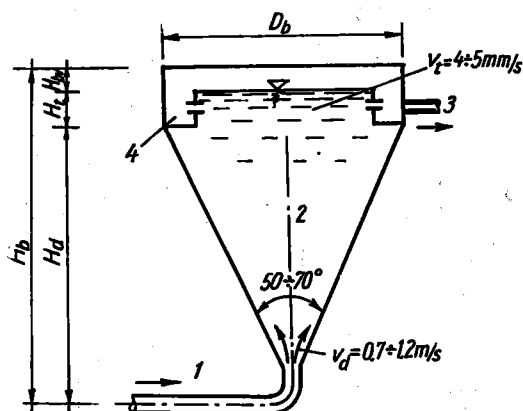
Vậy
$$h = 0,06 \times 2^2 = 0,24\text{m}.$$

Bể phản ứng xoáy hình phễu : có dạng như một cái phễu lớn, góc nghiêng ở giữa 2 thành bể cần lấy trong khoảng $50^\circ \div 70^\circ$ tùy theo chiều cao của bể. Thời gian nước lưu lại trong bể ngắn từ 6 ÷ 10 phút (giới hạn dưới lấy với nước đục và giới hạn trên lấy cho nước có màu). Tốc độ nước vào bể ở phía dưới lấy bằng 0,7 ÷ 1,2m/s. Tốc độ nước đi lên tại chỗ ra khỏi bể lắng 4 ÷ 5mm/s. Bộ phận dẫn nước từ bể phản ứng sang bể lắng phải tính với tốc độ nước chảy trong máng, trong ống và qua lỗ không được lớn hơn 0,1m/s đối với nước đục và không lớn hơn 0,05m/s đối với nước màu để đảm bảo cho các bông cặn đã hình thành không bị phá vỡ. Khoảng cách dẫn nước sang bể lắng càng ngắn càng tốt.

Khi dùng bể phản ứng xoáy hình phễu, nước trước khi đưa vào bể cần phải được tách hết khí hòa tan trong nước để tránh hiện tượng bọt khí dâng lên trong bể sẽ làm phá vỡ các bông kết tủa vừa tạo thành.

Bể có cấu tạo dạng phễu, nên trong quá trình nước dâng lên, do tiết diện dòng chảy tăng dần, nên tốc độ dòng nước sẽ bị giảm dần. Nhưng do ảnh hưởng của quán tính, tốc độ dòng nước phân bố không đều trên cùng một mặt phẳng nằm ngang. Tốc độ dòng nước càng lớn khi càng gần tâm bể và dòng nước luôn có xu hướng phân tán dần ra phía thành bể. Ngược lại do ma sát, các dòng phía ngoài lại bị các dòng bên trong có tốc độ lớn hơn kéo theo tạo ra các xoáy nước nhỏ phân bố đều trong bể. Các xoáy nước nhỏ này sẽ làm tăng hiệu quả keo tụ trong bể và cũng do nó mà người ta gọi là bể phản ứng xoáy.

Bể phản ứng xoáy hình phễu có ưu điểm là : hiệu quả cao, tổn thất áp lực trong bể nhỏ. Do thời gian nước lưu lại trong bể nhỏ nên dung tích bể nhỏ. Nhược điểm khó tính toán cấu tạo bộ phận thu nước trên bề mặt theo hai yêu cầu là : thu nước đều và không phá vỡ bông cặn. Ngoài ra đối với những bể có dung tích lớn sẽ khó xây dựng, nên chỉ thích hợp với những trạm xử lý có công suất nhỏ và có thể tách riêng hoặc kết hợp với bể lắng ngang.



Hình 2-18 : Bể phản ứng xoáy hình phễu.

Hình (2-18) thể hiện cấu tạo của bể phản ứng xoáy hình phễu.

Ví dụ (2-8) : Tính bể phản ứng xoáy hình phễu cho trạm xử lý có công suất 4800 m³/ngày đêm.

- 1- Ống dẫn nước từ ngăn tách khí vào bể phản ứng
- 2- Bể phản ứng xoáy hình phễu
- 3- Ống thu nước sang bể lắng
- 4- Máng vòng có lỗ chảy ngập.

(Thiết kế bể đứng tách riêng và có máng thu nước chảy vòng quanh bể).

Giải :

Dung tích bể tính như sau :

$$W_b = \frac{Q \cdot t}{60} \quad (\text{m}^3).$$

$$Q = 4800 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 200 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Thời gian nước lưu lại trong bể theo quy phạm là 6 ÷ 10 phút chọn $t = 7$ ph.

$$W_b = \frac{200 \cdot 7}{60} = 23,33 \text{ m}^3.$$

$$\text{Tiết diện phía trên của bể : } f_t = \frac{Q}{v_t} \quad (\text{m}^2).$$

v_t : Tốc độ nước dâng ở phía trên. Theo quy phạm là 4 ÷ 5 mm/s. Chọn $v_t = 5 \text{ mm/s} = 18 \text{ m/h}$.

$$f_t = \frac{200}{18} = 11,1 \text{ m}^2.$$

Đường kính phần trên của bể :

$$D_t = \sqrt{\frac{4f_t}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11,1}{3,14}} \approx 3,8 \text{ m}.$$

$$\text{- Tiết diện đáy dưới của bể : } f_d = \frac{Q}{v_d} \quad (\text{m}^2).$$

v_d : Tốc độ nước vào bể ở phía dưới. Theo quy phạm là 0,7 ÷ 1,2 m/s chọn $v_d = 0,7 \text{ m/s} = 2520 \text{ m/h}$.

$$f_d = \frac{200}{2520} = 0,0794 \text{ m}^2 \approx 0,08 \text{ m}^2.$$

Đường kính phần dưới của bể

$$D_d = \sqrt{\frac{4f_d}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0794}{3,14}} = 0,32 \text{ m}$$

Chọn $D_d = 325 \text{ mm}$. Chiều cao phần hình phễu phía dưới :

$$H_d = \frac{1}{2} (D_t - D_d) \cotg \frac{\beta}{2} \quad (\text{m})$$

β : Góc giữa hai thành tường bể, theo quy phạm là $50^\circ \div 70^\circ$ chọn $\beta = 50^\circ$.

$$H_d = \frac{1}{2} (3,8 - 0,325) \cotg \frac{50^\circ}{2} = 3,7 \text{ m}.$$

Tổn thất trong bể phản ứng : Cứ 1m chiều cao phần hình phễu thì lấy tổn thất bằng $0,1 \div 0,2 \text{ m}$. Lấy bằng $0,15 \text{ m}$

Tổn thất trong bể sẽ là : $h = 3,7 \times 0,15 \approx 0,6 \text{ m}$.

Thể tích phần hình phễu :

$$\begin{aligned} W_d &= \frac{1}{3} \pi H_d (R_t^2 + R_d^2 + R_t \cdot R_d) \\ &= \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 3,7 (1,9^2 + 0,16^2 + 1,9 \cdot 0,16) = 15,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Thể tích phần trụ phía trên phần phễu :

$$W_t = W_b - W_d = 23,33 - 15,4 = 7,9 \text{ m}^3.$$

Chiều cao phần trụ phía trên :

$$H_t = \frac{W_t}{f_t} = \frac{7,9}{11,1} = 0,7 \text{ m}.$$

Chiều cao toàn phần của bể (kể cả chiều cao bảo vệ là $0,3 \text{ m}$).

$$H_b = H_t + H_d + H_{bv} = 3,7 + 0,7 + 0,3 = 4,7 \text{ m}.$$

Để thu nước trong bể phản ứng, dùng máng đục lỗ chảy ngập với tốc độ trong máng là : $0,1 \text{ m/s}$ và cho nước chuyển động về phía ống dẫn sang bể lắng theo hai hướng.

$$F_m = \frac{Q}{2 \cdot v_m} = \frac{0,0556}{2 \cdot 0,1} = 0,28 \text{ m}^2$$

$$Q = 200 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0556 \text{ m}^3/\text{s}$$

Chiều rộng của máng : $b_m = 0,5 \text{ m}$.

$$\text{Chiều cao của máng : } h_m = \frac{F_m}{b_m} = \frac{0,28}{0,5} = 0,56 \text{ m}.$$

Số lỗ chảy ngập : chọn $d_{lỗ} = 80 \text{ mm}$ thì $f_{lỗ} = 0,005 \text{ m}^2$

$$n = \frac{Q}{v_l \cdot f_{l\delta}} = \frac{0,0556}{0,1 \cdot 0,005} = 111 \text{ lỗ (lấy } v_l = 0,1 \text{ m/s)}$$

Chu vi máng vòng :

$$P = \pi D_l = 3,14 \cdot 3,8 = 11,93 \text{ m}$$

Khoảng cách giữa các tim lỗ :

$$l = \frac{P}{n} = \frac{11930}{111} = 108 \text{ mm.}$$

Ví dụ (2-9) : Tính bể phản ứng xoay hình phễu cho trạm xử lý có công suất 24.000 m³/ngày đêm (Thiết kế bể kết hợp với bể lắng ngang).

Giải : Công suất của bể : $Q = 24000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 1000 \text{ m}^3/\text{h} = 278 \text{ l/s}$. Chiều rộng bể lắng 14 m.

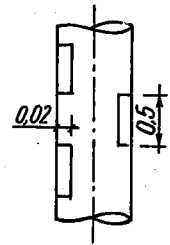
Đường kính ống dẫn nước vào bể phản ứng là :

$D_d = 600 \text{ mm}$ (ứng với $v = 0,94 \text{ m/s}$) (quy phạm 0,7 ÷ 1,2 m/s).

Ống phân phối nước trong bể phản ứng là đường ống xẻ khe. Tốc độ nước qua khe hở lấy $v_k = 0,7 \text{ m/s}$.

Tổng diện tích các khe hở :

$$\sum f_k = \frac{Q}{v_k} = \frac{0,278}{0,7} = 0,4 \text{ m}^2.$$



Các khe hở xếp thành 2 hàng hai bên ống và so le nhau. Nếu bố trí 20 khe (tự chọn) thì diện tích mỗi khe hở là :

$$f_k = \frac{0,4}{2 \cdot 20} = 0,01 \text{ m}^2. \text{ Kích thước khe } (0,02 \times 0,5) \text{ m.}$$

Diện tích làm việc cần thiết của bể phản ứng tùy theo tốc độ nước dâng trong bể $v_d = 5 \text{ mm/s} = 0,005 \text{ m/s}$ (Quy phạm 4 ÷ 5 mm/s).

$$F_b = \frac{Q}{v_d} = \frac{0,278}{0,005} = 55,6 \text{ m}^2$$

Chiều dài bể phản ứng lấy bằng chiều rộng bể lắng ngang : $l = 14 \text{ m}$

Chiều rộng bể :

$$B = \frac{F_b}{l} = \frac{55,6}{14} = 4 \text{ m}$$

Chiều cao phần hình phễu của bể :

$$H_d = \frac{B - D_d}{2 \tan \frac{\beta}{2}} = \frac{4 - 0,6}{2 \tan \frac{50^\circ}{2}} = \frac{3,4}{2 \cdot 0,4663} = 3,7 \text{ m.}$$

Thể tích phần hình phễu ở dưới :

$$W_d = \left(\frac{4 + 0,6}{2} \right) \cdot 3,7 \cdot 14 = 119 \text{ m}^3.$$

Tổng thể tích bể phản ứng $W_b = \frac{Q \cdot t}{60}$ (chọn $t = 10$ phút, quy phạm là $6 \div 10$ ph).

$$W_b = \frac{1000 \cdot 10}{60} = 167 \text{ m}^3$$

Thể tích phần phía trên của bể :

$$W_t = W_b - W_d = 167 - 119 = 48 \text{ m}^3.$$

Chiều cao phần trên :

$$H_t = \frac{W_t}{F_b} = \frac{48}{55,6} = 0,86 \text{ m}.$$

Chiều cao toàn phần của bể, kể cả chiều cao bảo vệ $H_{bv} = 0,34 \text{ m}$.

$$H_b = H_t + H_d + H_{bv} = 3,7 + 0,86 + 0,34 = 4,9 \text{ m}.$$

Để thu nước, thiết kế các máng nằm ngang nối liền với máng phân phối của bể lắng ngang. Lấy khoảng cách giữa trục máng là $2,3 \text{ m}$. Số máng $n_m = \frac{14}{2,3} = 6$ máng, còn thừa $0,2 \text{ m}$, nên 2 máng ngoài cùng phải thêm vào $0,1 \text{ m}$.

Tốc độ nước chảy trong máng là $v_m = 0,1 \text{ m/s}$.

Tiết diện cần thiết của mỗi máng :

$$f_m = \frac{Q}{n_m \cdot v_m} = \frac{0,278}{6 \cdot 0,1} = 0,46 \text{ m}^2.$$

Chọn chiều rộng máng là $0,65 \text{ m}$, chiều sâu máng là $\frac{0,46}{0,65} = 0,7 \text{ m}$.

Các lỗ trên máng có đường kính $d_{lỗ} = 50 \text{ mm}$ nên $f_{lỗ} = 0,00196 \text{ m}^2$.

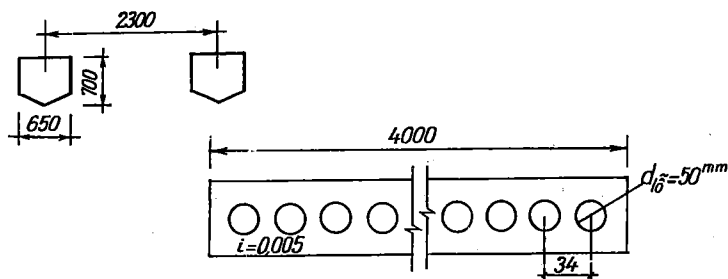
Vận tốc qua lỗ : $v_{lỗ} = 0,1 \text{ m/s}$.

Số lỗ cần thiết trên mỗi phía của máng :

$$n_{lỗ} = \frac{Q}{n_m \cdot v_{lỗ} \cdot 2f_{lỗ}} = \frac{0,278}{6 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 0,00196} = 118 \text{ lỗ}.$$

Khoảng cách giữa các tim lỗ :

$$e = \frac{L}{n_{lỗ}} = \frac{4000}{118} = 34 \text{ m}$$



Máng thu nước.

5.2. Bể phản ứng kiểu vách ngăn

Thường được xây dựng kết hợp với bể lắng ngang. Nguyên lý cấu tạo cơ bản của bể là dùng các vách ngăn để tạo ra sự đối chiều liên tục của dòng nước. Bể có cấu tạo hình chữ nhật, bên trong có các vách ngăn hướng dòng nước chuyển động zíc zắc theo phương nằm ngang hoặc phương thẳng đứng. Phía đầu bể phản ứng có một ngăn cho nước chảy thẳng vào bể lắng ngang khi cần sửa chữa bể phản ứng hay khi không cần keo tụ. Số lượng vách ngăn được tính theo hai chỉ tiêu : dung tích bể phụ thuộc vào thời gian nước lưu lại cần thiết và tốc độ chuyển động của dòng nước giữa hai vách ngăn. Thời gian nước lưu lại trong bể lấy là 20 phút khi xử lý nước đục và lấy là 30 ÷ 40 phút khi xử lý nước có màu. Tốc độ chuyển động của dòng nước giảm dần từ 0,3 m/s ở đầu bể xuống 0,1 m/s ở cuối bể. Bể phản ứng có vách ngăn thông thường có từ 8 ÷ 10 chỗ ngoặt đối chiều dòng nước. Chiều sâu trung bình của bể $H_{tb} = 2 ÷ 3m$. Độ dốc đáy bể 0,02 ÷ 0,03 m để xả cặn. Tổn thất áp lực trong bể tính theo công thức (2-15).

$$h = 0,15 v^2.m \quad (m) \quad (2-15)$$

v : Tốc độ nước chảy trong hành lang giữa các vách ngăn.

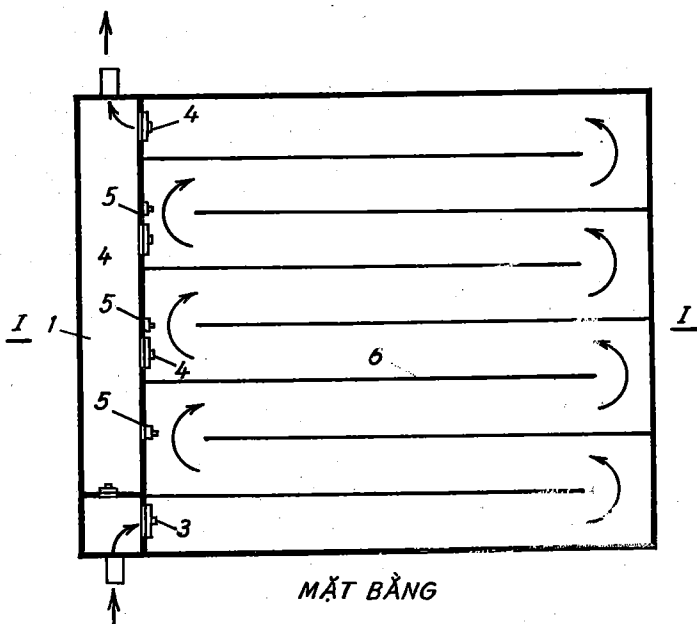
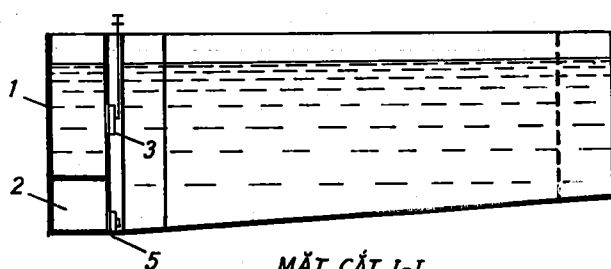
m : Số chỗ ngoặt.

Khoảng cách giữa các vách ngăn không được nhỏ hơn 0,7m (lấy đối với bể có vách ngăn ngang) và có thể nhỏ hơn 0,7m (lấy đối với bể có vách ngăn thẳng đứng). Bể phản ứng có vách ngăn ngang thường được sử dụng cho các trạm xử lý có công suất lớn hơn hoặc bằng 30.000m³/ngày đêm được thể hiện trên hình (2-19).

Bể phản ứng có vách ngăn thẳng đứng thường sử dụng cho các trạm xử lý có công suất không nhỏ hơn 6.000m³/ngày đêm, được thể hiện trên hình (2-20).

Ưu điểm của các loại bể phản ứng tạo bông kết tủa có vách ngăn là : đơn giản trong xây dựng và quản lý vận hành.

Nhược điểm : Khối lượng xây dựng lớn do có nhiều vách



Hình 2-19 : Bể phản ứng có vách ngăn ngang

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1- Mương dẫn nước | 4- Cửa đưa nước ra |
| 2- Mương xả cặn | 5- Van xả cặn |
| 3- Cửa đưa nước vào | 6- Vách ngăn hướng dòng |

ngăn và bể phải có đủ chiều cao thỏa mãn tổn thất áp lực trong toàn bể.

Ví dụ (2-10) : Tính toàn bể phản ứng kiểu vách ngăn với sự tuần hoàn nước theo chiều ngang cho trạm xử lí có công suất : 48.000 m³/ngày đêm.

Giải :

Công suất trạm xử lí : $Q = 48000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$
 $= 2000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Chiều rộng bể lắng ngang 14m.

Dung tích bể phản ứng :

$$W_b = \frac{Q \cdot t}{60} \quad (\text{m}^3).$$

Trong đó :

t : Thời gian phản ứng (phút). Đối với nước đục
 $t = 20$ phút.

$$W_b = \frac{2000 \cdot 20}{60} = 667 \text{ m}^3.$$

Diện tích bề mặt bể :

$$F_b = \frac{W_b}{H_b} \quad (\text{m}^2).$$

H_b : Chiều cao bể (m). Thường lấy $H_b = 2 \div 3 \text{ m}$ căn cứ vào sơ đồ cao trình trạm xử lí. Chọn $H_b = 2,4 \text{ m}$.

$$F_b = \frac{667}{2,4} = 277 \text{ m}^2$$

Chiều rộng mỗi hành lang :

$$b = \frac{Q}{3600 \cdot v \cdot H_b} \quad (\text{m}).$$

v : Vận tốc dòng nước dọc theo hành lang (m/s).

Quy phạm $v = 0,2 \div 0,3 \text{ m/s}$. Chọn $v = 0,2 \text{ m/s}$

$$b = \frac{2000}{3600 \cdot 0,2 \cdot 2,4} = 1,16 \text{ m} > 0,7 \text{ m}.$$

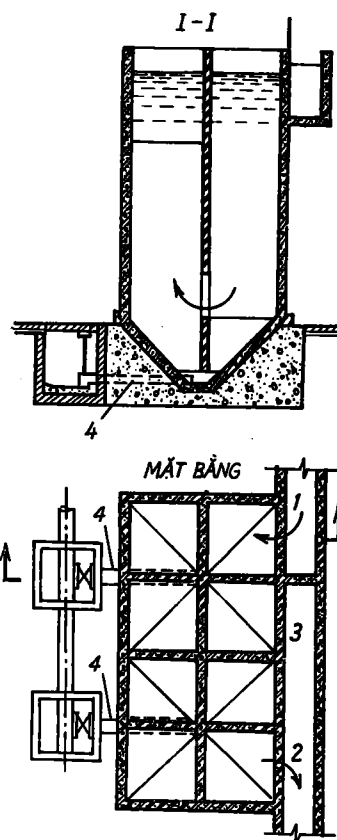
Chiều dài bể phản ứng lấy bằng chiều rộng bể lắng ngang

$$L_{pu} = 14 \text{ m}.$$

$$\text{Chiều rộng bể phản ứng } B_{pu} = \frac{F_b}{L_{pu}} = \frac{277}{14} = 19,8 \text{ m}$$

Đây cũng chính là chiều dài của mỗi hành lang phản ứng.

$$\text{Số hành lang : } n = \frac{L}{b + \delta}$$



Hình 2.20 : Bể phản ứng có vách ngăn theo phương thẳng đứng

- 1- Cửa dẫn nước vào
- 2- Cửa dẫn nước ra
- 3- Mương dẫn nước
- 4 - Ống xả cặn

δ : Chiều dày của vách ngăn (tường bê tông cốt thép $\delta = 0,15 \div 0,2$ m) chọn $\delta = 0,15$ m.

$$n = \frac{14}{1,16 + 0,15} = 10,7 \text{ lấy } n = 11.$$

Số lần dòng nước xoay chiều : $m = n - 1 = 11 - 1 = 10$

(Quy phạm $m = 8 \div 10$).

Tổn thất áp lực qua bể phản ứng :

$$h = 0,15 v^2 \cdot m = 0,15 \cdot 0,2^2 \cdot 10 = 0,06 \text{ m.}$$

Ví dụ (2-11) : Tính toán bể phản ứng kiểu vách ngăn với sự tuần hoàn nước theo chiều thẳng đứng cho trạm xử lí có công suất $15.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$.

Giải : Trạm xử lí có công suất $Q = 15000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 625 \text{ m}^3/\text{h}$.

Thể tích của bể sẽ là :

$$W_b = \frac{Q \cdot t}{60} = \frac{625 \cdot 20}{60} = 208 \text{ m}^3$$

Căn cứ theo sơ đồ cao trình trạm xử lí, chọn $H_b = 3,5$ m. (nên lấy bằng chiều cao bể lắng ngang).

Diện tích mặt bằng bể phản ứng :

$$F_b = \frac{W_b}{H_b} = \frac{208}{3,5} = 59,4 \text{ m}^2$$

Diện tích một ô của bể phản ứng :

$$f = \frac{Q}{3600 - v} = \frac{625}{3600 \cdot 0,2} = 0,9 \text{ m}^2$$

Số ô trong bể : $n = \frac{F_b}{f} = \frac{59,4}{0,9} = 66$

Các ô sắp xếp theo chiều rộng là 6 ô và chiều dài là 11 ô.

$$m = \frac{n}{6} - 1 = \frac{66}{6} - 1 = 10 \text{ chỗ ngoặt (quy phạm } m = 8 \div 10)$$

Kích thước mỗi ô : $l \times b = 1 \times 0,9 = 0,9 \text{ m}^2$

(Quy phạm $l \times b \nlessgtr 0,7 \times 0,7$ m)

Chiều rộng bể phản ứng :

$$B_{pu} = 6 \cdot 0,9 = 5,4 \text{ m}$$

Chiều dài bể phản ứng

$$L_{pu} = 11 \cdot 1 = 11 \text{ m}$$

Tốc độ chuyển động của dòng nước trong bể phản ứng có tính đến bề dày của tấm chắn (lấy $\delta = 0,18$ m).

Diện tích mỗi ô sẽ là : $f_0 = 0,72 \text{ m}^2$

Vận tốc nước chảy trong các ô là :

$$v_0 = \frac{Q}{3600 \cdot f_0} = \frac{625}{3600 \cdot 0,72} = 0,24 \text{ m/s}$$

(Quy phạm $v = 0,2 \div 0,3 \text{ m/s}$)

Tổn thất áp lực trong bể phản ứng là :

$$h = 0,15 \cdot 0,24^2 \cdot 10 = 0,09 \text{ m}$$

5.3. Bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng

Loại bể này thường đặt ngay trong phần đầu của bể lắng ngang. Bể có chiều rộng bằng chiều rộng của bể lắng ngang. Bể thường được chia thành nhiều ngăn dọc, đáy có tiết diện hình phễu với các vách ngăn ngang, nhằm mục đích tạo dòng nước đi lên đều, để giữ cho lớp cặn lơ lửng được ổn định. Nước đã trộn phèn được đưa vào phía đáy bể bằng máng có lỗ hoặc ống có lỗ. Lỗ của máng hướng ngang, lỗ của ống hướng xuống dưới một góc 45° . Khoảng cách giữa trục máng hoặc ống không lớn hơn 3m. Đáy bể phản ứng giữa các ống hoặc máng phân phối phải cấu tạo hình lăng trụ với góc nghiêng giữa các cạnh là 45° . Tốc độ nước chảy ở đầu máng hoặc ống phân phối phải lấy bằng $0,5 \div 0,6 \text{ m/s}$. Diện tích lỗ lấy bằng $30 \div 40\%$ diện tích tiết diện của máng hoặc ống phân phối. Đường kính lỗ không được nhỏ hơn 25mm.

Tốc độ trung bình của dòng nước đi lên qua lớp cặn lơ lửng phụ thuộc vào hàm lượng cặn của nước nguồn. Tốc độ dòng nước lấy tại tiết diện phía trên bể như sau :

Nước có độ đục thấp	(< 20 mg/l) lấy	$v = 0,9 \text{ mm/s}$.
	(20 ÷ 50 mg/l)	$v = 1,2 \text{ mm/s}$.
Nước có độ đục trung bình	(50 ÷ 250 mg/l)	$v = 1,6 \text{ mm/s}$
Nước có độ đục lớn	(250 ÷ 2500 mg/l)	$v = 2,2 \text{ mm/s}$.

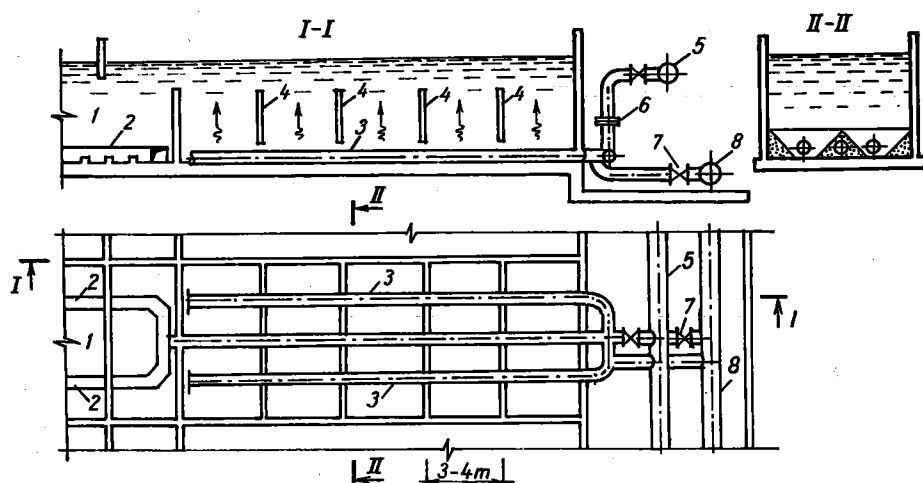
Chiều cao của lớp cặn lơ lửng không được nhỏ hơn 3m. Thời gian nước lưu lại trong bể không nhỏ hơn 20 phút.

Tổn thất áp lực trong máng hoặc ống phân phối khoan lỗ được xác định theo hệ thống phân phối trở lực bé. Tổn thất áp lực trong lớp nước chứa cặn lấy $1 \div 2 \text{ cm}$ cho một mét chiều cao cột nước.

Nước trước khi đưa vào bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng phải được đưa qua bộ phận tách khí.

Nước từ bể phản ứng sang bể lắng phải chảy qua tường tràn ngăn cách giữa hai bể. Tốc độ nước tràn qua không vượt quá $0,05 \text{ m/s}$. Ở sau tường tràn, đặt một vách treo lửng nhưng ngập xuống $1/4$ chiều cao bể lắng để hướng dòng nước đi xuống phía dưới. Tốc độ nước chảy giữa tường tràn và vách ngăn lửng lấy không quá $0,03 \text{ m/s}$.

Khi dùng bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng đặt trong bể lắng thì tốc độ lắng cặn tính toán trong bể lắng lấy thêm 30% khi xử lý nước đục nhiều, tăng thêm 25% khi nước đục vừa và 20% khi nước đục ít. Bể này chỉ áp dụng cho nguồn nước có nhiệt độ tương đối ổn định (thay đổi không quá $1^\circ\text{C}/1 \text{ giờ}$). Bể phản ứng phải có ống xả kiệt. Hình (2-21) : giới thiệu bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng.



Hình 2-21 : Bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng

- 1- Bể lắng ; 2- Ống xả cặn bể lắng ; 3- Ống phân phối nước vào ;
4- Vách ngăn hướng dòng ; 5- Ống đưa nước vào ; 6- Vành đo lưu lượng ,
7- Van xả cặn bể lắng ; 8- Ống xả cặn bể phản ứng.

Ví dụ (2-12) : Tính bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng cho trạm xử lý có công suất 36.000 m³/ngày đêm. Hàm lượng cặn trong nước 300 mg/l..

Giải : Công suất trạm xử lý $Q = 36.000 \text{ m}^3/\text{ngày} = 1500 \text{ m}^3/\text{h} = 0,417 \text{ m}^3/\text{s}$. Bể lắng ngang được chia làm 4 bể, $N = 4$.

Diện tích mặt bằng của bể phản ứng : $F = \frac{Q}{N \cdot v} \quad (\text{m}^2)$

Trong đó :

v : Tốc độ đi lên của dòng nước trong bể phản ứng ở phần trên. Ứng với hàm lượng cặn của nước nguồn 300 mg/l, $v = 2,2 \text{ mm/s}$.

N : Số bể phản ứng lấy bằng bể lắng ngang.

$$F = \frac{0,417}{4 \cdot 0,0022} = 47,4 \text{ m}^2$$

Lấy chiều rộng bể phản ứng bằng chiều rộng bể lắng ngang.

$$B = 5,6 \text{ m}$$

Chiều dài ngăn phản ứng : $L = \frac{F}{B} = \frac{47,4}{5,6} = 8,5 \text{ m}$

Thể tích bể phản ứng tính với thời gian nước lưu lại trong bể $t = 20$ phút

$$W = \frac{Q \cdot t}{60 \cdot N} = \frac{1500 \cdot 20}{60 \cdot 4} = 125 \text{ m}^3$$

Chiều cao bể phản ứng lấy bằng chiều cao bể lắng $H = 3,5 \text{ m}$.

Trong ngăn phản ứng đặt 3 tấm chắn hướng dòng, khoảng cách giữa các tấm chắn là :
 $\frac{8,5}{4} = 2,125\text{m}.$

Dây ngăn phản ứng đặt ống khoan lỗ để phân phối nước. Mỗi ngăn đặt 2 ống. Tốc độ nước chảy trong ống theo quy phạm $v = 0,5 \div 0,6 \text{ m/s}$. Lấy $v = 0,6 \text{ m/s}$.

Tiết diện ống phân phối : $f = \frac{Q}{B \cdot v} = \frac{0,417}{5,6 \cdot 0,6} = 0,124\text{m}^2$

chọn $d = 400\text{mm}$ $(f = \frac{3,14 \cdot 0,35^2}{4} = 0,125\text{m}^2)$

Lấy tổng diện tích lỗ phân phối bằng 30% tiết diện ống.

Tổng diện tích lỗ là :

$$\sum f_{lỗ} = \frac{0,124 \cdot 30}{1007} = 0,0372\text{m}^2$$

Ống khoan lỗ $d = 25\text{mm}$. Diện tích mỗi lỗ :

$$F_{lỗ} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} = 0,00049\text{m}^2$$

Tổng số lỗ : $n = \frac{\sum f_{lỗ}}{f_{lỗ}} = \frac{0,0372}{0,00049} = 76 \text{ lỗ}$

Mỗi bên 38 lỗ khoan thành 2 hàng so le ở thành ống, lỗ hướng xuống phía dưới làm với phương đứng một góc 45° .

Khoảng cách giữa các tim lỗ :

$$e = \frac{8500 - 400}{38} = 213\text{mm}$$

Tổn thất áp lực qua giàn ống phân phối :

$$h = \left(\frac{2,2}{K^2} + 1 \right) \frac{v^2}{2g} \quad (\text{m})$$

K : Tỉ số tất cả các lỗ của ống phân phối trên tiết diện ngang của ống phân phối. $30\% = 0,3$

$$h = \left(\frac{2,2}{0,3^2} + 1 \right) \frac{0,6^2}{2 \cdot 9,81} = 0,47\text{m}$$

Tốc độ nước từ ngăn phản ứng sang bể lắng $v_l = 0,05 \text{ m/s}$ chiều cao lớp nước trên vách tràn :

$$h_l = \frac{Q}{B \cdot N \cdot v_l} = \frac{0,417}{5,6 \cdot 4 \cdot 0,05} = 0,37\text{m}$$

Khoảng cách giữa tường bể phản ứng và tấm ngăn bể lắng tính với tốc độ nước chảy ở đây là $v_n = 0,03 \text{ m/s}$.

$$l = \frac{0,417}{5,6 \cdot 4 \cdot 0,03} = 0,62\text{m}$$

5.4. Bể phản ứng cơ khí

Nguyên lý làm việc của bể là quá trình tạo bông kết tủa diễn ra nhờ sự xáo trộn của dòng nước trong bể bằng biện pháp cơ khí. Bể phản ứng tạo bông kết tủa cơ khí được chia thành nhiều ngăn. Mỗi ngăn lại chia thành từ 3 ÷ 4 buồng. Kích thước mỗi buồng thường có chiều rộng và chiều cao bằng nhau, tức là các mặt cắt ngang dòng chảy có dạng hình vuông. Các buồng thường có kích thước là 3,6 × 3,6m ; 3,9 × 3,9m và 4,2 × 4,2m và được ngăn cách với nhau bởi các vách ngăn hướng dòng theo phương thẳng đứng. Dung tích bể tính theo thời gian nước lưu lại trong bể là 10 ÷ 30 phút. Bể phản ứng không cần xây ngăn dự phòng. Cấu tạo bể phải đảm bảo điều kiện phân phối nước đều vào các ngăn, và có thể cách li từng ngăn riêng biệt để sửa chữa. Bộ phận chính của bể phản ứng tạo bông kết tủa cơ khí là các cánh khuấy. Cánh khuấy thường có dạng bản phẳng, đặt đối xứng qua trục quay và có thể đặt theo phương nằm ngang hay thẳng đứng. Kích thước bản cánh khuấy được tính với tỉ lệ tổng diện tích bản cánh với diện tích mặt cắt ngang bể là 15 ÷ 20%. Các cánh khuấy được lắp vào trục quay tạo thành guồng khuấy. Mỗi buồng đặt một guồng khuấy. Đường kính guồng tính đến mép cánh khuấy ngoài cùng phải nhỏ hơn chiều rộng hoặc chiều sâu buồng từ 0,3 ÷ 0,4m. Tốc độ quay của guồng lấy từ 3 ÷ 5 vòng/phút. Lấy tốc độ lớn cho buồng đầu và giảm dần ở những buồng sau. Nhờ sự điều chỉnh tốc độ khuấy trộn này, sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho các bông cặn tạo thành ngày càng lớn. Do sự khuấy trộn này sẽ tạo nên gradien vận tốc của các lớp nước (tức là độ chênh vận tốc chuyển động của các lớp nước với nhau). Để tạo thành bông cặn lớn, cần phải có gradien vận tốc thích hợp. Nếu gradien vận tốc nhỏ thì không đủ gây ra xáo suất va chạm cần thiết. Nếu gradien vận tốc quá lớn, sẽ phá vỡ bông cặn. Trạng thái làm việc của bể phản ứng được đặc trưng bởi công thức tính gradien vận tốc (2-17).

$$G = 10 \sqrt{\frac{Z}{\mu}} \quad (1/s) \quad (2-17)$$

Trong đó :

Z : Năng lượng tiêu phí để khuấy trộn $1m^3$ nước (kGm^2/s^3)

μ : Độ nhớt động học của nước (kGm^2/s). Ở $25^\circ C$ $\mu = 0,0092 kGm^2/s$ Giá trị gradien vận tốc thích hợp ở buồng đầu $G = 80 \div 100 1/s$ và ở buồng cuối $G = 30 \div 40 1/s$, sự chênh lệch gradien vận tốc giữa các buồng kế tiếp $G = 15 \div 20 1/s$.

Trong thực tế người ta dùng chỉ số $P = G.T$ để đặc trưng cho trạng thái tối ưu này (T : Thời gian nước lưu lại trong bể G). Giá trị giới hạn của P là : $P = 40.000 \div 200.000$ tùy thuộc vào tính chất của nước nguồn.

Tốc độ chuyển động của cánh khuấy tính theo công thức (2-18) :

$$v_k = \frac{2\pi R \cdot n}{60} \quad (m/s) \quad (2-18)$$

Trong đó :

R : Bán kính chuyển động của cánh khuấy, tính từ mép ngoài của cánh đến tâm trục quay (m)

n : Số vòng quay (vòng/phút).

Khi cánh khuấy chuyển động trong nước, nước sẽ bị cuốn theo với tốc độ bằng $1/4$ tốc độ của cánh khuấy.

Công suất cần thiết để quay cánh khuấy tính theo (2-19)

$$N = 51.CF.v^3 \text{ (W)}$$

(2-19)

Trong đó :

C : Hệ số trở lực của nước, phụ thuộc vào tỉ lệ giữa chiều dài l và chiều rộng b của bản cánh quạt.

Khi $l/b = 5$ thì $C = 1,2$
 $l/b = 20$ thì $C = 1,5$
 $l/b > 20$ thì $C = 1,9$

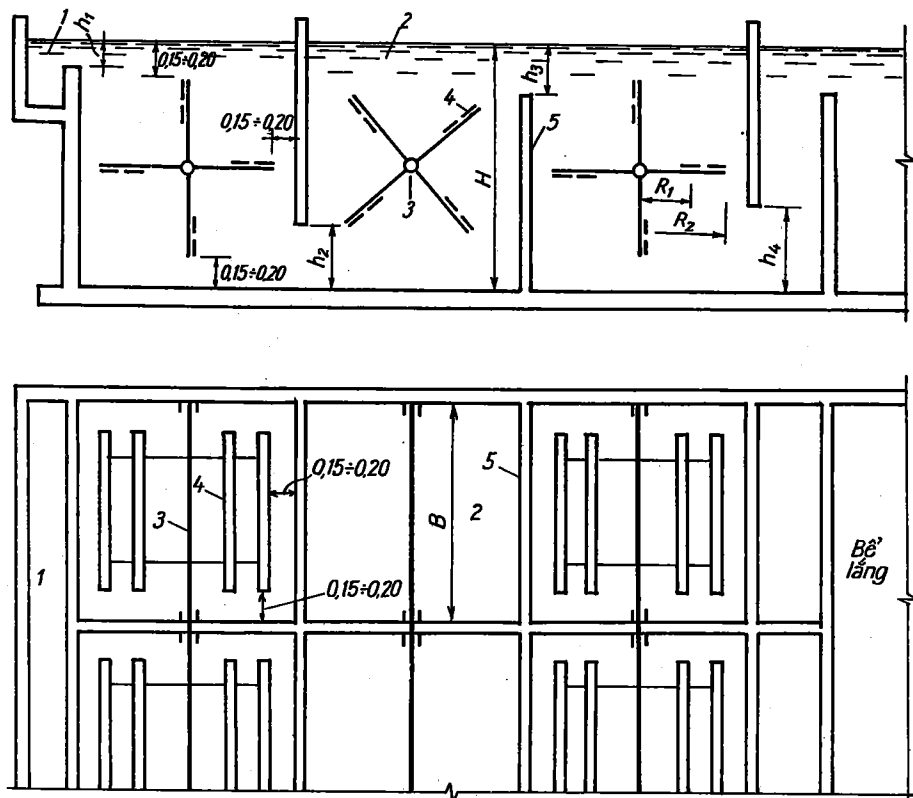
F : Tổng diện tích của bản cánh quạt (m^2)

v : Tốc độ chuyển động tương đối của cánh khuấy so với nước (m/s)

$$v = v_k - v_n = v_k - \frac{1}{4} v_k = 0,75v_k \text{ (m/s)}$$

v_n : Tốc độ chuyển động của nước bằng $\frac{1}{4}$ tốc độ của cánh khuấy.

Nước từ bể phản ứng được dẫn bằng mương hoặc ống sang bể lắng. Tốc độ nước chảy trong mương hoặc ống từ 0,15 ÷ 0,3 m/s. Chiều dài mương hoặc ống phải ngắn để đảm bảo không phá vỡ bông cặn đã hình thành. Giá trị gradien vận tốc trong mương hoặc ống dẫn phải lớn hơn 20 1/s. Hình 2-22 giới thiệu bể phản ứng cơ khí.



Hình 2-22 : Bể phản ứng tạo bông kết tủa cơ khí
 1- Mương phân phối nước vào ; 2- Buồng phản ứng ;
 3- Trụ quay ; 4- Cánh khuấy ; 5- Vách ngăn.

Ưu điểm của bể phản ứng cơ khí là có khả năng điều chỉnh cường độ khuấy trộn theo ý muốn.

Nhược điểm chính là cần có máy móc, thiết bị cơ khí chính xác và điều kiện quản lý vận hành phức tạp, tốn nhiều điện năng.

Vì vậy bể này thích hợp với các nhà máy nước có công suất lớn, có mức độ cơ giới hóa cao.

Ví dụ (2-13) : Tính bể phản ứng cơ khí cho nhà máy nước có công suất $60.000 \text{ m}^3/\text{ngày}$ đêm = $2500 \text{ m}^3/\text{h}$.

Giải : Dung tích bể : $W = \frac{Q \cdot t}{60}$

t : Thời gian nước lưu lại trong bể. Lấy t = 15 phút (quy phạm 10 ÷ 30 phút)

$$W = \frac{2500 \cdot 15}{60} = 625 \text{ m}^3$$

Xây dựng 2 ngăn phản ứng. Mỗi ngăn chia 3 buồng, kích thước chiều rộng và cao của một buồng là : $4,2 \times 4,2 \text{ m}$.

Tiết diện ngang của một ngăn : $f = h \times b = 4,2 \times 4,2 = 17,64 \text{ m}^2$.

Chiều dài bể : $L = \frac{W}{n \cdot f}$ n : số ngăn phản ứng.

$$L = \frac{625}{2 \cdot 17,64} = 17,72 \text{ m}$$

Chiều dài mỗi buồng : $l = 6 \text{ m}$; $L = 18 \text{ m}$.

Các buồng được ngăn cách với nhau bằng các vách ngăn hướng dòng theo phương thẳng đứng.

Dung tích mỗi buồng : $4,2 \times 4,2 \times 6 = 105,84 \text{ m}^3$

Cấu tạo guồng khuấy gồm trục quay và 4 bản cánh khuấy đặt đối xứng qua trục, toàn bộ đặt theo phương thẳng đứng.

Tổng diện tích bản cánh lấy bằng 15% diện tích mặt cắt ngang bể (quy phạm 15 ÷ 20%).

$$f_c = \frac{f \cdot 15}{100} = \frac{17,64 \cdot 15}{100} = 2,65 \text{ m}^2$$

Diện tích một bản cánh là : $\frac{2,65}{4} = 0,663 \text{ m}^2$

Chiều dài cánh : lấy là 3,6 m.

Chiều rộng bản cánh : $\frac{2,65}{4 \times 3,6} = 0,185 \text{ m}$

Bản cánh đặt ở khoảng cách tính từ mép ngoài đến tâm trục quay : $R_1 = 1,8 \text{ m}$; $R_2 = 1,3 \text{ m}$.

Chọn tốc độ quay của guồng khuấy : ở buồng đầu $v_k = 5$ vòng/phút, buồng giữa $v_k = 4$ vòng/phút và buồng cuối $v_k = 3$ vòng/phút.

Kiểm tra lại các chỉ tiêu khuấy trộn cơ bản :

Ở buồng phản ứng đầu tiên :

Tốc độ chuyển động của các bản cánh khuấy so với nước :

$$v_k = \frac{2\pi \cdot R \cdot n}{60} \quad (\text{m/s})$$

Bản thứ nhất dài 1,8m

$$v = 0,75v_k = \frac{2\pi R \cdot n \cdot 0,75}{60} \quad (\text{m/s})$$

$$v_1 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,3 \cdot 5 \cdot 0,75}{60} = 50 \text{ m/s}$$

Công suất cần thiết để quay cánh khuấy :

$$N = 51 \cdot C \cdot F (v_{n_1}^3 + v_{n_2}^3) \text{ (W)}$$

$$\frac{3,6}{0,185} = 19,5 \text{ nên } C = 1,5 ; F = 2,65 \text{m}^2$$

$$N = 51 \cdot 1,5 \cdot 2,65 \cdot (0,70^3 + 0,50^3) = 92,3 \text{W}$$

Năng lượng tiêu hao cho việc khuấy trộn 1m^3 nước :

$$Z = \frac{N}{W} = \frac{92,3}{105,84} = 0,9 \text{ W/m}^3$$

Giá trị gradien vận tốc :

$$G = 10 \sqrt{\frac{Z}{\mu}} = 10 \sqrt{\frac{0,9}{0,0092}} = 98,9 \text{ 1/s} < 100 \text{ 1/s}$$

$$P = G \times T$$

Trong đó T là thời gian nước lưu lại trong bể : $T = 15' = 900\text{s}$

$$P = 98,9 \times 900 = 89.010 < 200.000$$

Ở buồng phản ứng thứ hai :

$$v_1 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,8 \cdot 4 \cdot 0,75}{60} = 0,57 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,3 \cdot 4 \cdot 0,75}{60} = 0,4 \text{ m/s}$$

$$N = 51 \cdot 1,5 \cdot 2,65 (0,57^3 + 0,4^3) = 50,7 \text{W}$$

$$Z = \frac{N}{W} = \frac{50,7}{105,84} = 0,48 \text{ W/m}^3$$

$$G = 10 \sqrt{\frac{0,48}{0,0092}} = 72 \text{ 1/s.}$$

$$P = 72 \times 900 = 64.800 > 40.000$$

Ở buồng cuối cùng :

$$v_1 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,8 \cdot 3 \cdot 0,75}{60} = 0,42 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,3 \cdot 3 \cdot 0,75}{60} = 0,31 \text{ m/s}$$

$$N = 51,1 \cdot 5,2 \cdot 65(0,42^3 + 0,31^3) = 20,3 \text{ W}$$

$$Z = \frac{N}{W} = \frac{20,3}{105,84} = 0,19 \text{ W/m}^3$$

$$G = 10 \sqrt{\frac{0,19}{0,0092}} = 45 \text{ 1/s. } P = 45 \cdot 900 = 40.500 > 40.000$$

Kết quả kiểm tra lại các chỉ tiêu khuấy trộn cơ bản cho thấy : chúng đều nằm trong giới hạn cho phép.

Tốc độ chuyển động của cánh khuấy từ $0,31 \div 0,7 \text{ m/s}$ (quy phạm là $0,25 \div 0,75 \text{ m/s}$). Gradient vận tốc giảm dần từ buồng đầu đến buồng cuối và dao động từ $98,9 \div 45 \text{ 1/s}$ (quy phạm từ $100 \div 30 \text{ 1/s}$). Giá trị P là $40.500 \div 89.010$ (quy phạm $40.000 \div 200.000$).

Tính kích thước các vách ngăn hướng dòng : dựa vào giá trị trung bình của gradient vận tốc ở ngăn trước và sau tường ngăn.

Ví dụ : tính tường tràn từ bể trộn sang bể phản ứng, ở bể trộn $G = 900 \text{ 1/s}$ ở buồng đầu bể phản ứng tính được $G = 98,9 \text{ 1/s}$.

$$\text{Vậy } G_{TB} = \frac{900 + 98,9}{2} \approx 500 \text{ 1/s.}$$

$$\text{Từ công thức : } G = 10 \sqrt{\frac{Z}{\mu}}$$

$$\text{Suy ra : } Z = \frac{G^2 \mu}{100} = \frac{500^2 \cdot 0,0092}{100} = 23 \text{ W/m}^3 = 0,023 \text{ kW/m}^3$$

Sau đó tính tổn thất áp lực qua tường tràn

$$h_t = \frac{102 \cdot Z}{Q \cdot \gamma} = \frac{102 \cdot 0,023}{0,347 \cdot 1000} = 0,00676 \text{ m}$$

($Q = 0,347 \text{ m}^3/\text{s}$ là lưu lượng tràn vào 1 ngăn)

Giả định độ ngập tường tràn $H = 0,28 \text{ m}$, sau đó thử lại lưu lượng theo công thức

$$Q = m_o \cdot B \sqrt{2gH^3} \text{ (m}^3/\text{s)} \text{ cho đến khi đạt được } Q = 0,347 \text{ m}^3/\text{s.}$$

m_o : hệ số lưu lượng, tính theo công thức sau :

$$m_o = \left(1 + 0,2 \frac{h_n}{P_2}\right) \sqrt[3]{\frac{h_t}{H}} \left(0,402 + 0,054 \cdot \frac{H}{P_2}\right)$$

Trong đó :

$$h_n = H - h_t = 0,28 - 0,00676 = 0,27324 \text{ m}$$

$$P_2 = H_{pu} - h_n = 4,2 - 0,27324 = 3,92676 \text{ m}$$

$$m_o = \left(1 + 0,2 \frac{0,27324}{3,92676}\right) \sqrt[3]{\frac{0,00676}{0,28}} \cdot \left(0,402 + 0,054 \cdot \frac{0,28}{3,92676}\right) \approx 0,125$$

Kiểm tra lại Q :

$$Q = 0,125.4,2.\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,28^3} = 0,346 \text{ m}^3/\text{s} \approx 0,347 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lấy cấu tạo H = 0,28m.

Các tường ngăn hướng dòng phía sau tính tương tự như tường tràn.

Nước từ bể phản ứng, được dẫn sang bể lắng bằng mương. Vận tốc nước trong mương lấy $v_m = 0,3 \text{ m/s}$ (quy phạm $0,15 \div 0,3 \text{ m/s}$).

Diện tích mặt cắt mương :

$$F_m = \frac{Q}{v_m} = \frac{60.000}{86.400 \cdot 0,3} = 2,3 \text{ m}^2$$

Chọn kích thước mương : $0,9 \times 2,6 \text{ m}$.

Chương III

LẮNG NƯỚC

I. LÝ THUYẾT CƠ SỞ VỀ QUÁ TRÌNH LẮNG NƯỚC

Lắng nước là giai đoạn làm sạch sơ bộ trước khi đưa nước vào bể lọc để hoàn thành quá trình làm trong nước. Trong công nghệ xử lý nước, quá trình lắng xảy ra rất phức tạp. Chủ yếu lắng ở trạng thái động (trong quá trình lắng, nước luôn chuyển động), các hạt cặn không tan trong nước là những tập hợp hạt không đồng nhất (kích thước, hình dạng, trọng lượng riêng khác nhau) và không ổn định (luôn thay đổi hình dạng, kích thước trong quá trình lắng do dùng chất keo tụ).

Để nghiên cứu quá trình lắng nước được thuận tiện, người ta đưa ra hai khái niệm cơ bản quan trọng nhất trong lý thuyết lắng đó là : độ lớn thủy lực và đường kính tương đương của hạt.

Độ lớn thủy lực của một hạt là tốc độ rơi của hạt đó trong môi trường nước tĩnh ở nhiệt độ 10°C.

Đường kính tương đương của một hạt có hình dáng bất kì là đường kính của một hạt hình cầu có độ lớn thủy lực bằng độ lớn thủy lực của hạt đó.

Sau đây chúng ta sẽ nghiên cứu lý thuyết cơ sở về quá trình lắng nước theo trình tự từ đơn giản đến phức tạp.

1.1. Lắng tự do của một tập hợp hạt đồng nhất, ổn định ở trạng thái tĩnh

Lắng tự do của một tập hợp hạt đồng nhất, ổn định là trong quá trình lắng, các hạt cặn không thay đổi hình dạng, kích thước, không va chạm vào nhau, vào thành bình và có độ lớn thủy lực như nhau. Để đặc trưng cho sự lắng của các hạt cặn ở trạng thái này, nghiên cứu quá trình rơi của một hạt cặn hình cầu. Trong môi trường nước tĩnh, tại thời điểm ban đầu tốc độ rơi của hạt cặn bằng không. Dưới tác dụng của trọng lực P hạt bắt đầu rơi xuống với vận tốc tăng dần. Đồng thời với sự rơi của hạt còn xuất hiện lực cản F của môi trường nước với bề mặt của hạt và lực quán tính I gây ra bởi hiện tượng vi chảy rối xuất hiện quanh hạt. Phương trình cân bằng lực tác dụng lên hạt ở giai đoạn này có dạng :

$$P - F = I \quad (3-1)$$

Trong đó :

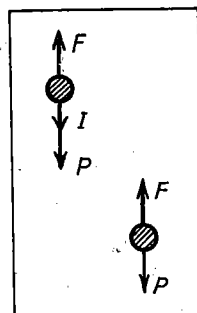
$$P = mg = \frac{\pi d^3}{6} (\rho_1 - \rho_0) g \quad (3-2)$$

m : Khối lượng của hạt cặn

d : Đường kính của hạt cặn hình cầu

$\rho_0 ; \rho_1$: Khối lượng riêng của nước và của hạt

g : gia tốc trọng trường



$$F = \varphi_o \rho_o u^2 d^2 \quad (3-3)$$

φ_o : Hệ số sức cản của nước

u : Tốc độ lắng của hạt cặn

$$I = ma = \frac{\pi d^3}{6} (\rho_1 - \rho_o) \cdot \frac{du}{dt} \quad (3-4)$$

a : Gia tốc rơi của hạt

Thay vào phương trình (3-1) ta có

$$\frac{\pi d^3}{6} (\rho_1 - \rho_o) g - \varphi_o \cdot \rho_o \cdot u^2 \cdot d^2 = \frac{\pi d^3}{6} (\rho_1 - \rho_o) \frac{du}{dt} \quad (3-5)$$

Nhìn vào phương trình (3-5) cho thấy, với hạt cặn có kích thước không đổi, tốc độ rơi của hạt đó sẽ biến đổi theo thời gian tính từ thời điểm hạt bắt đầu rơi. Tuy nhiên đến một lúc nào đó đạt tới trạng thái cân bằng $F = P$, thì hạt tiếp tục lắng xuống với tốc độ không đổi dưới tác dụng của lực quá tính I . Giai đoạn từ lúc hạt bắt đầu rơi, đến lúc có vận tốc lắng không đổi xảy ra rất nhanh (0,2 ÷ 0,5 giây) và được coi như không đáng kể so với tổng thời gian lắng (lớn hơn 30 phút), nên chúng ta chỉ nghiên cứu sự rơi của hạt ở giai đoạn có tốc độ không đổi. Vì hạt rơi với tốc độ không đổi, nên trị số gia tốc $\frac{du}{dt} = 0$ trên suốt đoạn

đường rơi còn lại. Nếu $\frac{du}{dt} = 0$ thì phương trình (3-5) sẽ có dạng :

$$\frac{\pi d^3}{6} (\rho_1 - \rho_o) g = \varphi_o \cdot \rho_o \cdot u^2 \cdot d^2 \quad (3-6)$$

Từ đó rút ra :

$$\varphi_o = \frac{\rho_1 - \rho_o}{\rho_o} \cdot g \cdot \frac{\pi d}{6u^2} \quad (3-7)$$

$$u = \sqrt{\frac{\pi}{6} \cdot \frac{(\rho_1 - \rho_o)}{\rho_o} \cdot g \cdot \frac{d}{\varphi_o}} \quad (3-8)$$

Hệ số sức cản φ_o không phải là một đại lượng cố định, nó phụ thuộc vào số Rây-nôn xác định theo công thức :

$$R_e = \frac{\rho_o u d}{\mu} \quad (3-9)$$

μ : Hệ số nhớt động học của nước.

Khi giá trị của R_e thay đổi thì giá trị của φ_o thay đổi theo. Khi $R_e < 1$ sự lắng xảy ra ở trạng thái chảy tầng, sức cản chỉ do lực nhớt gây ra. Lúc này

$$\varphi_o = \frac{A}{R_e} = \frac{3\pi}{R_e} \quad (3-10)$$

Thay các giá trị của φ_o và R_e vào công thức tính lực cản (3-3) ta được :

$$F = 3\pi\mu u d \quad (3-11)$$

Phương trình (3-11) chính là định luật Stốc. Định luật Stốc cho thấy : lực ma sát tỉ lệ bậc nhất với tốc độ lắng. Chính vì vậy định luật Stốc còn gọi là định luật đường thẳng

$$F = f(\mu ; u ; d) ; \mu = f(t^\circ).$$

Thay φ_0 vào công thức (3-8) ta được :

$$u = \frac{1}{18} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_0}{\mu} \cdot g d^2 \quad (3-12)$$

Đây chính là phương trình hệ quả của định luật Stốc.

Khi $R_e > 1$ thì sức cản không những chỉ do lực nhớt gây ra, mà lực quán tính cũng ảnh hưởng đến tốc độ lắng của hạt.

$1 < R_e < 500$ thì sự lắng xảy ra trong khu vực quá độ. Lúc này hệ số sức cản φ_0 có thể tính theo công thức $\varphi_0 = \frac{18,5}{R_e^{0,5}}$.

Khi R_e quá lớn, $R_e > 500$ thì sự lắng của hạt sẽ xảy ra trong trạng thái rơi. Lúc đó lực nhớt hoàn toàn không có ảnh hưởng đến sự rơi của hạt. Hệ số sức cản là một hằng số không phụ thuộc vào R_e nữa, $\varphi_0 = 0,4$.

Trong các công thức trên, d là đường kính của hạt cận hình cầu. Nhưng trong nước thiên nhiên, các hạt cận có hình dạng bất kì. Do đó khi tính toán, phải lấy theo đường kính tương đương của mỗi hạt. Vì hạt có hình dạng bất kì, nên khi tính hệ số sức cản phải nhân thêm với hệ số α , là hệ số có kể đến ảnh hưởng của hình dạng hạt

$$\varphi = \alpha \varphi_0$$

Trên đây ta mới chỉ nghiên cứu hiện tượng lắng tự do của một hạt cận hình cầu trong trạng thái tĩnh. Sự lắng tự do của một tập hợp hạt đồng nhất, ổn định chỉ khác ở trên là có nhiều hạt cùng lắng. Do các hạt đồng nhất, lắng tự do nên độ lớn thủy lực của các hạt là như nhau và không đổi trong quá trình lắng. Nếu cho tập hợp hạt đồng nhất lắng trong một ống nghiệm có tiết diện ngang là f , chiều cao phần lắng của ống nghiệm là h và gọi nồng độ cận trong nước thí nghiệm là c , thì tổng lượng cận trong nước thí nghiệm trước khi lắng sẽ là :

$$G_0 = c.f.h \quad (3-13)$$

Sau một khoảng thời gian t , lượng cận lắng xuống đáy ống là :

$$G = u.c.f.t \quad (3-14)$$

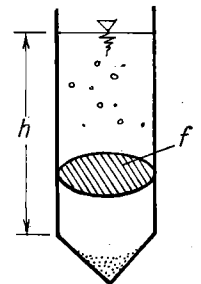
Do các hạt cận có tốc độ lắng như nhau, nên trong một khoảng thời gian t , toàn bộ lượng cận phân bố đều trong nước sẽ lắng. Thời gian t càng dài, lượng cận lắng càng lớn.

Gọi P là hiệu quả lắng đạt được qua thời gian lắng t , ta có :

$$P = \frac{G}{G_0} = \frac{u \cdot c \cdot f \cdot t}{c \cdot f \cdot h} = u \cdot \frac{t}{h} \quad (3-15)$$

Từ đó rút ra :

$$u = P \frac{h}{t} \quad (3-16)$$



u chính là độ lớn thủy lực của tập hợp hạt đồng nhất, hay còn gọi là tốc độ lắng của các hạt cặn. Đối với tập hợp hạt đồng nhất thì u của các hạt như nhau. Tuy nhiên trong nước thiên nhiên, các hạt cặn không đồng nhất, chúng có kích thước, hình dạng rất khác nhau, sau đây ta sẽ nghiên cứu sự lắng của tập hợp hạt không đồng nhất.

1.2. Lắng tự do của một tập hợp hạt không đồng nhất, ổn định

Một tập hợp hạt không đồng nhất có độ lớn thủy lực khác nhau, nhưng do kích thước và hình dạng ổn định nên độ lớn thủy lực của hạt không thay đổi trong quá trình lắng. Ta sẽ dùng phương pháp thực nghiệm để nghiên cứu trường hợp này.

Dùng nhiều ống lắng có kích thước như nhau (có thể 5 ÷ 7 ống), rót nước nguồn vào các ống, khuấy đều, sau một thời gian ngắn cho nước tĩnh lại thì bắt đầu tính thời gian lắng. Sau những khoảng thời gian cách đều $t_1, t_2, t_3, \dots$ xác định lượng cặn lắng ở từng ống để tính hiệu quả lắng P_1, P_2, P_3 tương ứng. Dựa vào kết quả thực nghiệm, xây dựng đồ thị phụ thuộc giữa thời gian lắng và hiệu quả lắng thể hiện trên hình (3-1).

Đồ thị quan hệ là đường cong quay lưng về phía trên. Từ một điểm A bất kì trên đường cong có hoành độ là t , kẻ tiếp tuyến với đường cong cắt trục tại điểm B. Tiếp tuyến AB sẽ tạo với mặt phẳng nằm ngang một góc α .

Như vậy ứng với thời gian lắng t sẽ có hiệu quả lắng là P . Hiệu quả lắng P gồm 2 phần : P_1 và P_2 .

$$P = P_1 + P_2$$

Trong đó :

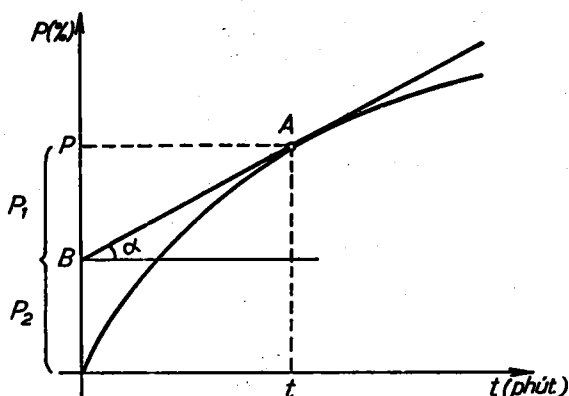
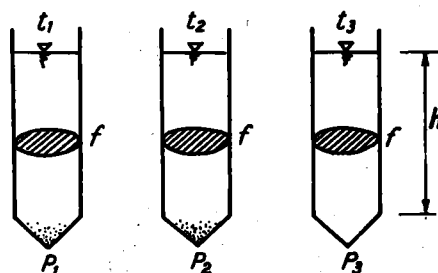
P_1 : Hiệu quả lắng của các hạt cặn lắng xuống đáy với tốc độ lắng $u < \frac{h}{t}$.

P_2 : Phần hiệu quả lắng ứng với các hạt cặn có tốc độ lắng $u \geq \frac{h}{t}$.

$$P_1 = t \cdot \tan \alpha ; P_2 = P - P_1$$

Do các hạt không đồng nhất, nên sau một khoảng thời gian t những hạt có tốc độ lắng $u \geq \frac{h}{t}$ đã lắng được xuống đáy ống trước, còn những hạt có $u < \frac{h}{t}$ đều ở trạng thái sẽ lắng được xuống đáy ống nghiệm vào bất kì thời điểm t nào ta xét.

Cũng theo phương pháp trên, kẻ những đường tiếp tuyến khác nhau tại các điểm $A_1, A_2, A_3, \dots$ trên đường cong



Hình 3-1 : Đồ thị quan hệ giữa t và P .

lắng cặn, ta cũng xác định được tỉ số phần trăm của những cỡ hạt khác nhau ứng với từng độ lớn thủy lực khác nhau.

Để dễ dàng xác định tốc độ lắng cặn u của những hạt cặn trong nước thiên nhiên, sau khi đã rút ra những thông số cần thiết ở đồ thị lắng theo quan hệ giữa t và P , ta sẽ xây dựng lại đồ thị lắng theo quan hệ giữa P và u ; $P = f(u)$ trên hình (3-2).

Cũng dựa vào đồ thị hình (3-2), ta sẽ dễ dàng xác định được độ lớn thủy lực của những hạt cặn nhỏ nhất được giữ lại toàn bộ ứng với hiệu quả lắng yêu cầu của nước cần xử lí.

Đồ thị lắng của các mẫu nước khác nhau thì khác nhau. Đồ thị này phụ thuộc vào thành phần hạt cặn của từng nguồn nước.

Theo kết quả nghiên cứu bằng thực nghiệm nhiều nguồn nước, Kastalski đã xác định được rằng: trong phạm vi $u = 0,1 + 0,2$ mm/s thì đồ thị lắng $P = f(u)$ gần như có dạng đường thẳng. Phạm vi này rất phù hợp với quá trình lắng trong các bể lắng xử lí nước cấp. Hình (3-3) giới thiệu đồ thị lắng theo quan hệ $P = f(u)$ trong khoảng $u = 0,1 + 1,2$ mm/s.

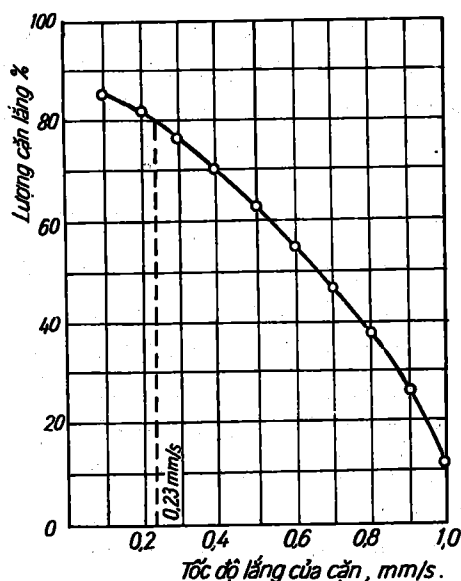
Từ đồ thị hình (3-3) đã tính gần đây, có thể xác định được tốc độ lắng u ứng với hiệu quả lắng theo yêu cầu của công nghệ ($P_{y/c}$).

Trên thực tế, để xác định tốc độ lắng u theo $P_{y/c}$, người ta chỉ cần dùng hai trị số ở điểm đầu và điểm cuối là m_A và m_B (trong đó: m_A là lượng cặn (%) rơi với tốc độ lắng $u = 1,2$ mm/s; m_B là lượng cặn (%) rơi với tốc độ $u = 0,1$ mm/s), nhiều khi có thể không cần vẽ đồ thị.

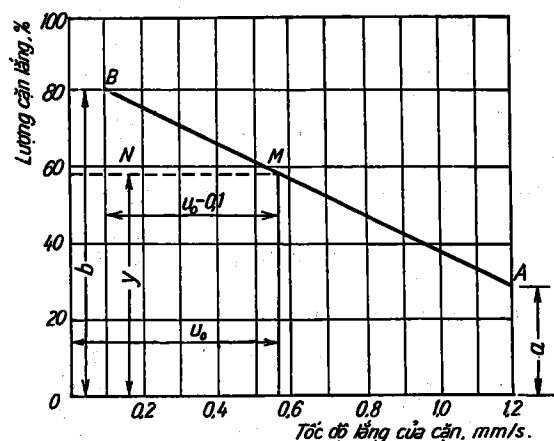
Dựa vào đồ thị hình (3-3), theo nguyên tắc đồng dạng của tam giác ta có:

$$\frac{m_B - P_{y/c}}{m_B - m_A} = \frac{u - 0,1}{1,2 - 0,1}$$

Suy ra:
$$u - 0,1 = \frac{(m_B - P_{y/c}) \cdot 1,1}{m_B - m_A}$$



Hình 3-2: Đồ thị lắng theo quan hệ giữa P và u



Hình 3-3: Đồ thị lắng $P = f(u)$ ở phạm vi $u = 0,1 + 1,2$ mm/s

Từ đó rút ra :

$$u = \frac{1,2 m_B - 0,1 m_A - 1,1 P_{y/c}}{m_B - m_A} \quad (3-17)$$

1.3. Lắng một tập hợp hạt không đồng nhất và không ổn định

Dựa vào kết quả nghiên cứu thực nghiệm đối với tập hợp hạt đồng nhất và ổn định ở phần 1.2 ta có hiệu quả lắng $P = u \frac{t}{h}$. Từ đó suy ra vận tốc lắng $u = P \frac{h}{t}$.

Công thức $P = u \frac{t}{h}$ cho thấy, có thể nhận được hiệu quả lắng như nhau trong những thí nghiệm có chiều cao lắng và thời gian lắng khác nhau, nếu như luôn đảm bảo tỉ số $\frac{h}{t}$ bằng

nhau. Do đó ta có thể viết : $\frac{h_1}{t_1} = \frac{h_2}{t_2} = \frac{h_3}{t_3} \dots$ Từ mối quan hệ này có thể rút ra kết luận :

Khi hiệu quả lắng của mô hình và công trình lấy thực tế như nhau, thì ta cũng sẽ có :

$\frac{h_m}{t_m} = \frac{h_l}{t_l}$ (đây chính là phương trình tương tự của quá trình lắng tập hợp hạt ổn định).

Tỉ số này chỉ đúng với quá trình lắng của những tập hợp hạt ổn định, còn đối với tập hợp hạt không ổn định đường cong lắng cận có khác đi. Lắng một tập hợp hạt không ổn định, là lắng có dùng chất keo tụ. Trong quá trình rơi xuống các hạt cận có kích thước lớn dần do quá trình kết dính lẫn nhau, do đó tốc độ lắng cũng tăng dần. Trong trường hợp này, sự phụ thuộc tỉ lệ thuận giữa h và t không còn nữa.

Bằng con đường thực nghiệm, một số nhà bác học đã chứng minh được rằng, sự tương quan giữa thời gian lắng và chiều cao lắng theo quan hệ như sau :

$$\frac{t_2}{t_1} = \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^n \quad (3-18)$$

hay ta có thể viết : $\frac{t_l}{t_m} = \left(\frac{h_l}{h_m} \right)^n$

Trong đó : chỉ số mũ n có giá trị nhỏ hơn 1, thường $n = 0,2 \div 0,5$ (trị số lớn dùng cho trường hợp bông kết tủa có kích thước lớn).

Số mũ n biểu hiện mức độ ảnh hưởng của sự không ổn định của các hạt cận. Tất cả các nghiên cứu trên đây, là nghiên cứu sự lắng của các hạt cận ở trạng thái tĩnh. Trong công nghệ xử lí nước hiện nay, các bể lắng tĩnh không còn được áp dụng phổ biến nữa. Hầu hết các bể lắng nước là lắng động, tức là trong quá trình lắng nước luôn luôn chuyển động.

II. LẮNG NƯỚC Ở TRẠNG THÁI ĐỘNG - CÁC LOẠI BỂ LẮNG

Theo phương chuyển động của dòng nước qua bể, người ta chia ra thành các loại bể lắng sau :

Bể lắng ngang : nước chuyển động theo chiều ngang từ đầu bể đến cuối bể.

Bể lắng đứng ; nước chuyển động theo chiều đứng từ dưới lên trên.

Bể lắng li tâm : nước chuyển động từ trung tâm bể ra phía ngoài.

Bể lắng lớp mỏng ; gồm 3 kiểu tùy theo hướng chuyển động của lớp nước và cặn : dòng chảy ngang, dòng chảy nghiêng cùng chiều và dòng chảy nghiêng ngược chiều.

Bể lắng trong có lớp cặn lơ lửng : lắng qua môi trường hạt, nước chuyển động từ dưới lên.

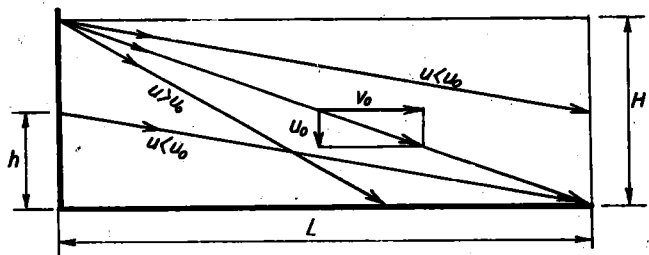
Sau đây chúng ta sẽ lần lượt xét quá trình lắng nước ở các loại bể lắng.

2.1. Lắng ngang - bể lắng ngang

2.1.1. Lắng ngang

Để nghiên cứu quá trình lắng cặn ở bể lắng ngang, trước tiên xét chuyển động của các hạt cặn tự do trong điều kiện chảy tầng lý tưởng. Lúc này quỹ đạo chuyển động của các hạt cặn tự do là tổng hợp của lực rơi tự do và lực đẩy của dòng nước theo phương nằm ngang có dạng đường thẳng (hình 3-4).

Nhìn vào sơ đồ quỹ đạo chuyển động của các hạt cặn tự do trong bể lắng ngang cho thấy : ở cùng 1 xuất phát điểm, các hạt cặn có kích thước khác nhau thì có quỹ đạo lắng là những đường thẳng khác nhau. Nếu gọi tốc độ lắng của hạt cặn có chiều dài lắng đúng bằng chiều dài l của vùng lắng và chiều cao lắng đúng bằng chiều cao H của vùng lắng là u_0 , thì quỹ đạo của hạt cặn này là đường thẳng có chiều dài lớn nhất. Như vậy tất cả những hạt cặn có quỹ đạo chuyển động là những đường thẳng nằm phía dưới đường thẳng này, thì chúng đều có thể lắng xuống được đáy bể. Những hạt cặn này có thể có tốc độ lắng $u \geq u_0$ hoặc $u < u_0$ tùy thuộc vào xuất phát điểm h của mỗi hạt.



Hình 3-4 : Sơ đồ quỹ đạo chuyển động của các hạt cặn tự do

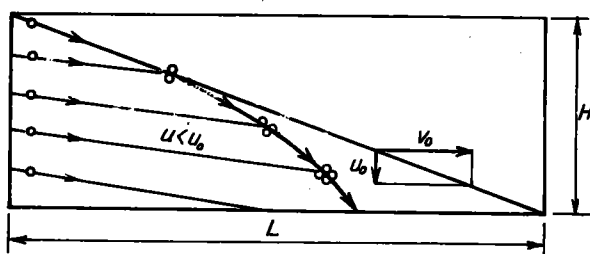
Trên đây là lý thuyết lắng các hạt cặn tự do trong điều kiện chảy tầng lý tưởng. Trong thực tế, việc lắng cặn trong bể lắng phức tạp hơn nhiều. Yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến chế độ lắng cặn là xuất hiện sự chảy rối của dòng nước qua bể và làm cản trở sự rơi của hạt. Tốc độ rơi có thành phần theo phương pháp thẳng đứng ω . Thành phần này có tốc độ và hướng tuân theo quy luật của các hiện tượng ngẫu nhiên, vì vậy tốc độ rơi ω có giá trị luôn biến đổi. Trên cơ sở thực nghiệm, Truphanốp và Đikunốp đã tìm được trị số vận tốc rơi theo phương thẳng đứng ω xấp xỉ bằng 1/30 tốc độ dòng chảy ngang trong bể lắng ngang. Do sự xuất hiện của tốc độ rơi, vận tốc lắng u của hạt không còn là trị số cố định, mà nó thay đổi theo chiều sâu và chiều ngang của bể và luôn nhỏ hơn tốc độ lắng theo lý thuyết lắng các hạt cặn trong trường hợp chảy tầng. Mặt khác bản thân vận tốc của dòng nước v cũng thay đổi liên tục theo chiều dài bể. Vì vậy quỹ đạo chuyển động của các hạt cặn không phải là đường thẳng, mà là những đường cong.

Trường hợp lắng nước có dùng chất keo tụ, quỹ đạo chuyển động của các hạt cặn là những đường cong có bán kính cong nhỏ hơn so với trường hợp lắng không dùng chất keo tụ. Càng xa điểm xuất phát, kích thước hạt càng tăng lên do quá trình va chạm, kết dính. Do đó tốc độ lắng cũng tăng lên. So với lắng không keo tụ, lắng có keo tụ có hiệu quả lắng cao hơn nhiều. Sơ đồ quỹ đạo chuyển động của cặn keo tụ thể hiện trên hình (3 - 5)

2.1.2 : Bể lắng ngang

Cấu tạo bể lắng ngang :

Bể lắng ngang có dạng hình chữ nhật, có thể làm bằng gạch hoặc bê tông cốt thép. Được sử dụng trong các trạm xử lý có công suất lớn hơn 3000 m³/ngày đêm đối với trường hợp xử lý nước có dùng phèn và áp dụng với công suất bất kì cho các trạm xử lý không dùng phèn.



Hình 3-5 : Sơ đồ quỹ đạo lắng của cặn keo tụ trong bể lắng ngang

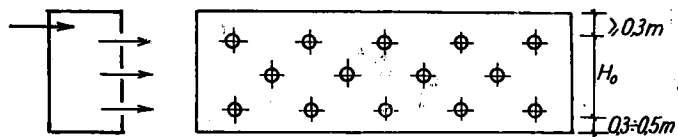
Cấu tạo bể lắng ngang bao gồm bốn bộ phận chính :

- Bộ phận phân phối nước vào bể
- Vùng lắng cặn.
- Hệ thống thu nước đã lắng.
- Hệ thống thu xả cặn.

Căn cứ vào biện pháp thu nước đã lắng, người ta chia bể lắng ngang làm hai loại : bể lắng ngang thu nước ở cuối và bể lắng ngang thu nước đều trên bề mặt. Bể lắng ngang thu nước ở cuối thường được kết hợp với bể phản ứng có vách ngăn hoặc bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng. Bể lắng ngang thu nước bề mặt thường kết hợp với bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng.

Bể lắng ngang thường chia thành nhiều ngăn. Chiều rộng mỗi ngăn từ 3 ÷ 6 m. Chiều dài bể không quy định, nhưng khi bể có chiều dài quá lớn có thể cho nước chảy xoay chiều. Để giảm bớt diện tích bề mặt xây dựng, ở một số nước người ta xây dựng bể lắng nhiều tầng (có thể 2,3 tầng).

Để phân phối nước đều trên toàn bộ diện tích bề mặt, cần đặt các vách ngăn có đục lỗ ở đầu bể, cách tường 1 ÷ 2 m. Đoạn dưới của vách ngăn trong phạm vi chiều cao từ 0,3 ÷ 0,5 m kể từ mặt trên của vùng chứa nén cặn không cần phải khoan lỗ. Tổng diện tích lỗ lấy theo tốc độ nước qua lỗ từ 0,2 ÷ 0,3 m/s.



Các lỗ của ngăn phân phối có thể tròn hoặc vuông, đường kính hay kích thước cạnh 50 ÷ 150 mm. Để thu nước đều, có thể dùng hệ thống máng thu nước ở cuối hay hệ thống ống châm lỗ thu nước bề mặt. Ở bể lắng ngang thu nước ở cuối, dùng máng thu nước như máng phân phối ở đầu bể. Nước sau khi lắng đi qua tường thu có lỗ vào ngăn thu để dẫn

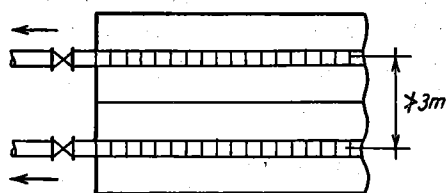
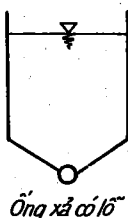
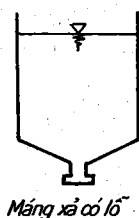
sang bể lọc. Bể rộng ngăn thu thiết kế bằng hoặc nhỏ hơn ngăn phân phối. Tốc độ nước qua lỗ tường thu ở cuối lấy nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 m/s. Đối với bể lắng ngang thu nước đều trên bề mặt, phải thiết kế các máng treo hoặc ống có lỗ chảy ngấp. Đường kính lỗ không nhỏ hơn 25 mm, tốc độ nước chảy qua lỗ lấy bằng 1m/s, tốc độ nước chảy ở cuối máng hoặc ống lấy bằng 0,6 – 0,8 m/s. Mép trên của máng phải cao hơn mực nước cao nhất trong bể là 0,1 m. Ống đặt ngấp dưới mực nước, độ ngấp ống phải xác định bằng tính toán thủy lực. Máng và ống phải đặt trên 2/3 chiều dài bể lắng tính từ tường lên. Lỗ của máng để cao lên đáy máng 5 ÷ 8 cm, lỗ của ống hướng nằm ngang. Nước từ máng hoặc ống phải tự chảy vào máng chính. Khoảng cách giữa các trục máng hoặc ống không được vượt quá 3m. Khoảng cách tới tường bể không nhỏ hơn 0,5 m và không vượt quá 1,5 m.

Ống dẫn nước vào bể, ống phân phối và ống dẫn nước ra khỏi bể lắng phải tính toán với khả năng dẫn được lưu lượng nước lớn hơn lưu lượng tính toán từ 20 ÷ 30%.

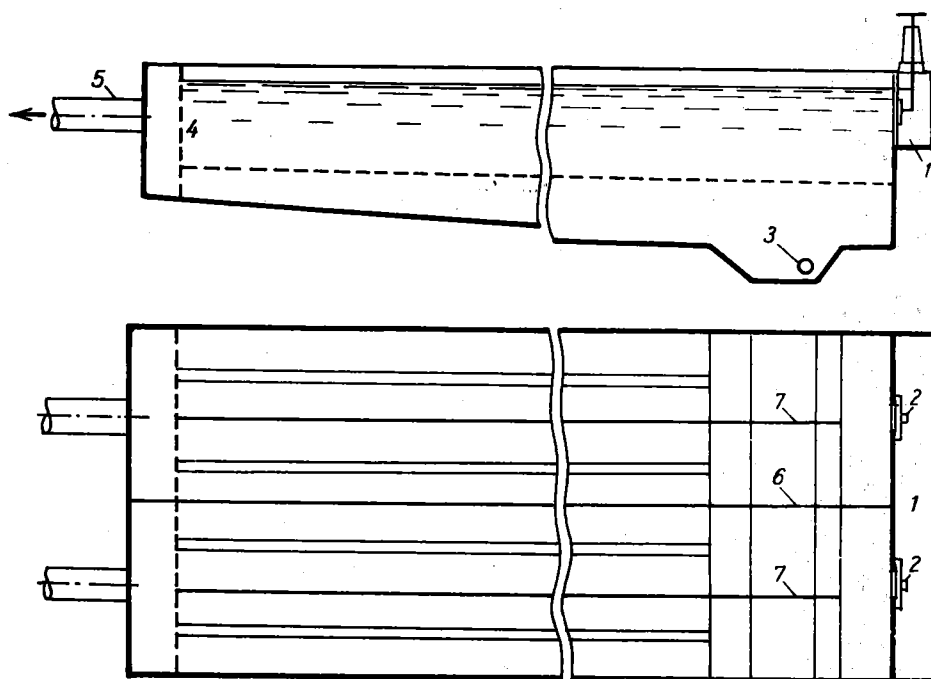
Hệ thống xả cặn : cặn trong bể lắng ngang thông thường tập trung ở nửa đầu của bể. Vì lượng cặn lớn, nên việc xả cặn rất quan trọng. Nếu xả cặn không kịp thời sẽ làm giảm chiều cao lắng nước của bể, mặt khác cặn có chứa chất hữu cơ, chất hữu cơ sẽ lên men, tạo nên bọt khí làm phá vỡ bông cặn và vẩn đục nước đã lắng. Vì vậy nên có biện pháp cơ giới và biện pháp thủy lực.

Đối với xả cặn bằng cơ giới : bể lắng phải thiết kế dung tích vùng chứa và nén cặn theo kích thước của thiết bị xả cặn.

Đối với xả cặn bằng thủy lực : phải thiết kế hệ thống thu cặn bằng ống hoặc máng, đảm bảo xả 30 ÷ 60% lượng cặn trong thời gian 20 ÷ 40 phút. Đáy bể lắng giữa các ống hoặc máng thu cặn phải cấu tạo hình lăng trụ với góc nghiêng giữa các cạnh là 45°. Khoảng cách giữa trục máng hoặc ống không lớn hơn 3m. Vận tốc của cặn ở cuối ống hoặc máng cần lấy không nhỏ hơn 1 m/s, vận tốc qua lỗ lấy bằng 1,5 m/s, đường kính lỗ không nhỏ hơn 25 mm. Khoảng cách giữa các tâm lỗ 300 ÷ 500 mm. Tỉ số giữa tổng diện tích lỗ và diện tích tiết diện máng hoặc ống phải lấy bằng 0,7 với mức xả cặn 50% và lấy bằng 0,5 với mức xả cặn là 60%.

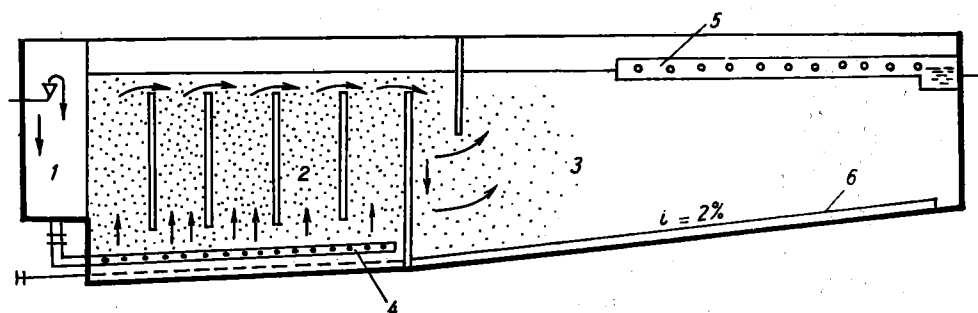


Lượng nước xả khi cọ rửa và xả cặn ra khỏi hồ phải tính theo thời gian làm việc của bể giữa hai lần xả cặn có kể đến hệ số pha loãng cặn. Hệ số này lấy bằng 1,3 khi xả cặn bằng cách tháo cặn bể và sử dụng lại nước của vùng lắng, nếu không sử dụng lại thì lấy bằng tỉ số giữa dung tích bể lắng và dung tích vùng chứa nén cặn. Khi xả cặn bằng thủy lực thì lấy hệ số pha loãng bằng 1,5. Đáy bể lắng ngang khi rửa cặn bằng ống mềm phải có độ dốc dọc không nhỏ hơn 0,02 theo hướng ngược với chiều nước chảy và độ dốc ngang trong mỗi ngăn không được lớn hơn 0,05. Khi xả cặn bằng thủy lực cần lấy độ dốc dọc của đáy bể không nhỏ hơn 0,005. Thời gian xả kiệt bể lắng không quá 6 giờ. Sơ đồ cấu tạo bể lắng ngang thu nước ở cuối và bể lắng ngang thu nước bề mặt được thể hiện trên hình (3 - 6) và (3 - 7)



Hình 3 - 6 : Sơ đồ cấu tạo bể lắng ngang thu nước ở cuối.

- 1- Máng phân phối nước vào ; 2- Van tường phân phối ; 3- Ống xả cặn ;
4- Tường thu nước ; 5- Ống dẫn nước ra ; 6- Tường chịu lực ; 7- Tường ngăn giữa bể.



Hình 3 - 7 : Sơ đồ cấu tạo bể lắng ngang thu nước bề mặt.

- 1- Ngăn tách khí ; 2- Bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng ; 3- Bể lắng ngang ;
4- Ống phân phối nước vào ; 5- Máng thu nước bề mặt ; 6- Ống xả cặn

Tính toán bể lắng ngang.

Để lắng ngang làm việc có hiệu quả, trước tiên phải xác định được kích thước vùng lắng một cách hợp lý. Dựa vào lý thuyết lắng cặn trong bể lắng ngang đã nghiên cứu ở phần (2.1.1) người ta đưa ra công thức tính chiều dài vùng lắng như sau :

$$L = \alpha \frac{v_{lb}}{u_o} \cdot H_o \text{ (m)} \quad (3 - 19)$$

Trong đó :

L : Chiều dài vùng lắng cặn (m)

H_o : Chiều cao vùng lắng cặn (m)

u_o : Tốc độ lắng tự do của hạt cặn nhỏ nhất cần giữ lại (mm/s)

v_{tb} : Tốc độ trung bình của dòng nước trong bể (mm/s)

α : Hệ số kể đến sự ảnh hưởng của thành phần vận tốc rơi của dòng nước theo phương thẳng đứng.

Theo thực nghiệm
$$\alpha = \frac{u_o}{u_o - \omega}$$

ω : tốc độ rơi có thành phần đứng. $\omega = \frac{v_{tb}}{30}$

Vì vậy
$$\alpha = \frac{u_o}{u_o - \frac{v_{tb}}{30}} \quad (3-20)$$

Từ công thức (3-19), sau khi đã thay α ở công thức (3-20) vào và biến đổi, ta có :

$$L = \frac{u_o}{u_o - \frac{v_{tb}}{30}} \cdot \frac{v_{tb}}{u_o} \cdot H_o$$

hay
$$v_{tb} = \frac{L/H_o}{1 + \frac{L}{H_o} \cdot \frac{1}{30}} \cdot u_o = K \cdot u_o \quad (3-21)$$

Trong đó :
$$K = \frac{L/H_o}{1 + \frac{L}{H_o} \cdot \frac{1}{30}} \quad (3-22)$$

K : hệ số phụ thuộc vào tỉ số giữa chiều dài và chiều sâu của vùng lắng. Thay giá trị của v_{tb} theo K vào công thức (3 - 20) ta được

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{K}{30}} \quad (3-23)$$

Từ công thức (3-22) và (3-23) có thể tính K và α phụ thuộc vào tỉ số L/H_o theo bảng (3-1)

Bảng 3-1 : Trị số K và α phụ thuộc vào tỉ số L/H_o

L/H_o	10	15	20	25
K	7,5	10	12	13,5
α	1,33	1,5	1,67	1,82

u_0 được xác định theo tài liệu thí nghiệm hay theo kinh nghiệm quản lý các công trình đã có trong điều kiện tương tự lấy vào mùa không thuận lợi nhất trong năm, với yêu cầu hàm lượng cặn của nước đã lắng không lớn hơn 12 mg/l. Để tính toán sơ bộ có thể lấy vận tốc theo bảng (3-2). (Nếu trường hợp sử dụng chất phụ trợ keo tụ, thì cần lấy tốc độ rơi của cặn tăng lên 15 ÷ 20%).

Bảng 3-2 : Tốc độ rơi của cặn

Đặc điểm nước nguồn và phương pháp xử lý	Tốc độ rơi của cặn u_0 (mm/s)
1) Xử lý nước có dùng phèn : - Nước đục ít (hàm lượng cặn < 50 mg/l) - Nước đục vừa (hàm lượng cặn 50 ÷ 250 mg/l) - Nước đục (hàm lượng cặn 250 ÷ 2500 mg/l)	0,35 ÷ 0,45 0,45 ÷ 0,5 0,5 ÷ 0,6
2) Xử lý nước không dùng phèn, nước đục	0,12 ÷ 0,15

Chiều rộng toàn bể lắng lấy theo công thức (3-24)

$$B = \frac{Q}{3,6 \cdot v_{lb} \cdot H_0} \quad (m) \quad (3-24)$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng nước tính toán (m^3/h)

v_{lb} : Tốc độ trung bình của dòng chảy trong bể lắng (mm/s)

H_0 : Chiều cao vùng lắng (m), lấy trong giới hạn 2,5 ÷ 3,5m

Tổng diện tích mặt bằng bể lắng ngang tính theo công thức (3-25)

$$F = L \times B = \alpha \frac{v_{lb}}{u_0} \cdot H_0 \cdot \frac{Q}{3,6 \cdot v_{lb} \cdot H_0}$$

$$F = \alpha \frac{Q}{3,6 \cdot u_0} \quad (m^2) \quad (3-25)$$

Thể tích vùng chứa nén cặn của bể được xác định tùy theo biện pháp xả cặn. Khi xả cặn bằng thủy lực, thể tích vùng chứa cặn xác định theo công thức (3 - 26)

$$W_c = \frac{TQ(C_{\max} - C)}{N \delta} \quad (m^3) \quad (3-26)$$

Trong đó :

T : Thời gian làm việc giữa hai lần xả cặn (h) (6 ÷ 24 h) (khi xả cặn bể vẫn làm việc bình thường)

Q : Lưu lượng nước đưa vào bể (m^3/h)

N : Số lượng bể lắng ngang

C : Hàm lượng cặn còn lại trong nước sau khi lắng 10 ÷ 12 mg/l

δ : Nồng độ trung bình của cặn đã nén chặt lấy theo bảng (3-3)

Bảng 3-3

Hàm lượng cặn có trong nước nguồn (mg/l)	Nồng độ trung bình của cặn đã nén tính bằng (g/m ³) sau khoảng thời gian :			
	6h	8h	12h	24h
1) Khi xử lý có dùng phèn				
đến 50	6000	6500	7500	8000
trên 50 đến 100	8000	8500	9300	10000
trên 100 đến 400	24000	25000	27000	30000
trên 400 đến 1000	27000	29000	31000	35000
trên 1000 đến 2500	34000	36000	38000	41000
3) Khi xử lý không dùng phèn	-	-	-	150.000

C_{max} : Hàm lượng cặn trong nước đưa vào bể lắng, xác định theo công thức (3 - 27)

$$C_{max} = C_n + KP + 0,25M + v \text{ (mg/l)} \quad (3 - 27)$$

Trong đó :

C_n : Hàm lượng cặn nước nguồn (mg/l)

P : Liều lượng phèn tính theo sản phẩm không ngậm nước (g/m³)

K : Hệ số phụ thuộc vào độ tinh khiết của phèn sử dụng

 Đối với phèn nhôm sạch $K = 0,55$

 Đối với phèn nhôm không sạch $K = 1,0$

 Đối với phèn sắt clorua $K = 0,8$

M : Độ màu của nước nguồn (độ) thang màu platin - coban.

v : Liều lượng vôi kiềm hoá nước (nếu có) (mg/l).

Lượng nước dùng cho việc xả cặn bể lắng tính theo công thức (3 - 28)

$$P = \frac{K_p \cdot W_c \cdot N}{Q \cdot T} \cdot 100 \quad (\%) \quad (3-28)$$

Trong đó : K_p : hệ số pha loãng, khi xả cặn bằng thủy lực bằng 1,5

P được tính bằng % lưu lượng nước xử lý. Thời gian một lần xả cặn có thể kéo dài từ 8 ÷ 10 phút.

Ví dụ (3 - 1) : Tính bể lắng ngang thu nước ở cuối cho trạm xử lý có công suất $Q = 36000$ m³/ngày đêm. Hàm lượng cặn của nước nguồn $C_n = 1000$ mg/l ; độ màu $M = 50^\circ$.

Giải : Theo bảng (3 - 2) ; chọn $U_o = 0,55$ mm/s (quy phạm 0,5 ÷ 0,6 mm/s) Chọn tỉ số $L/H_o = 15$; theo bảng (3 - 1) có $K = 10$; $\alpha = 1,5$

Vận tốc trung bình của dòng nước trong bể tính theo công thức (3 - 21) $v_{tb} = K \cdot u_o = 10 \cdot 0,55 = 5,5$ mm/s.

Diện tích mặt bằng bể tính theo công thức (3-25)

$$F = \alpha \cdot \frac{Q}{3,6 \cdot u_o} = \frac{1,5 \cdot 1500}{3,6 \cdot 0,55} = 1136 \text{ m}^2 \quad (Q = 1500 \text{ m}^3/\text{h})$$

Chọn chiều cao vùng lắng $H_o = 2,8$ m (Quy phạm 2,5 ÷ 3,5 m)

Số bể lắng ngang $N = 3$ bể, chiều rộng mỗi bể sẽ là :

$$B = \frac{Q}{3,6 - v_{tb} \cdot H_0 \cdot N} = \frac{1500}{3,6 \cdot 5,5 \cdot 2,8 \cdot 3} = 9 \text{ m}$$

Mỗi bể lắng chia làm 3 ngăn, chiều rộng mỗi ngăn là : $b = 9/3 = 3 \text{ m}$.

chiều dài bể lắng sẽ là :

$$L = \frac{F}{B \cdot N} = \frac{1136}{9 \times 3} = 42 \text{ m}$$

Tỉ số L/H_0 theo tính toán sẽ là : $42/2,8 = 15$ đúng bằng tỉ số đã chọn.

Nếu chiều rộng mỗi ngăn $b = 3,0 \text{ m}$, hàng lỗ cuối cùng nằm cao hơn mức cần tính toán là $0,3 \text{ m}$, (Quy phạm $0,3 \div 0,5 \text{ m}$) thì diện tích công tác của vách ngăn phân phối vào bể, đặt cách đầu bể $1,5 \text{ m}$. (Quy phạm $1 \div 2 \text{ m}$) sẽ là :

$$F_n = b \cdot (H_0 - 0,3) = 3,0 \cdot (2,8 - 0,3) = 7,5 \text{ m}^2$$

Lưu lượng nước tính toán qua mỗi ngăn của bể là :

$$q_n = \frac{1500}{3 \times 3} = 167 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0463 \text{ m}^3/\text{s}$$

Diện tích cần thiết của các lỗ ở vách ngăn phân phối nước vào là :

$$\sum f_{l\delta 1} = \frac{q_n}{v_{l\delta}} = \frac{0,0463}{0,3} = 0,154 \text{ m}^2 \text{ (quy phạm } v_{l\delta 1} = 0,2 \div 0,3 \text{ m/s)}$$

Diện tích cần thiết của các lỗ ở vách ngăn thu nước ở cuối bể đặt cách tường $1,5 \text{ m}$ là :

$$\sum f_{l\delta 2} = \frac{q_m}{v_{l\delta 2}} = \frac{0,0463}{0,5} = 0,0930 \text{ m}^2 \text{ (quy phạm } v_{l\delta 2} = 0,5 \text{ m/s)}$$

Lấy đường kính lỗ ở vách ngăn phân phối thứ nhất $d_1 = 0,06 \text{ m}$ (quy phạm $d = 0,05 \div 0,15 \text{ m}$). Diện tích một lỗ $f_{l\delta 1} = 0,00285 \text{ m}^2$, tổng số lỗ ở vách ngăn phân phối thứ nhất là :

$$n_1 = \frac{\sum f_{l\delta 1}}{f_{l\delta 1}} = \frac{0,154}{0,00285} = 54 \text{ lỗ}$$

Đường kính lỗ ở vách ngăn thu nước thứ hai là $d_2 = 0,05 \text{ m}$, diện tích lỗ $f_{l\delta 2} = 0,00196 \text{ m}^2$

Tổng số lỗ ở vách ngăn thu nước thứ hai là :

$$n_2 = \frac{\sum f_{l\delta 2}}{f_{l\delta 2}} = \frac{0,093}{0,00196} = 48 \text{ lỗ}$$

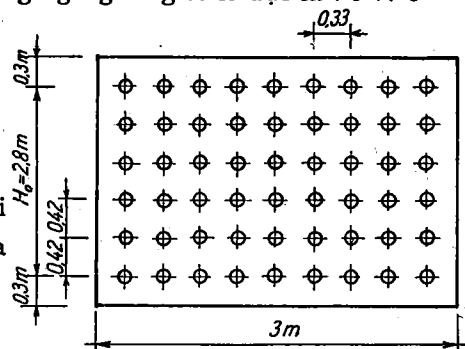
Ở vách ngăn phân phối bố trí thành 9 hàng dọc và 6 hàng ngang tổng số lỗ dọc là : $9 \times 6 = 54$ lỗ. Khoảng cách giữa trục các lỗ theo hàng dọc là :

$$(2,8 - 0,3) : 6 = 0,42 \text{ m}$$

Khoảng cách giữa trục các lỗ theo hàng ngang là :

$$3 : 9 = 0,33 \text{ m}$$

Việc xả cặn dự kiến tiến hành theo chu kì với thời gian giữa hai lần xả cặn $T = 24$ giờ. Thể tích vùng chứa nén cặn của một bể lắng là :



$$W_c = \frac{TQ(C_{\max} - C)}{N \cdot \delta} = \frac{24.1500 \cdot (1102,5 - 12)}{3 \cdot 35000} = 374 \text{ m}^3$$

Trong đó : $C = 12 \text{ mg/l}$

$$C_{\max} = C_n + KP + 0,25 M + v = 1000 + 1,0.90 + 0,25.50 + 0 = 1102,5 \text{ mg/l}$$

Diện tích mặt bằng một bể lắng là :

$$f_{\text{bể}} = \frac{F}{N} = \frac{1136}{3} = 379 \text{ m}^2$$

Chiều cao trung bình của vùng chứa nén cặn là :

$$H_{\text{cặn}} = \frac{W_c}{f_{\text{bể}}} = \frac{374}{379} = 0,99 \text{ m.}$$

Chiều cao trung bình của bể lắng :

$$H_b = H_o + H_c = 2,8 + 0,99 = 3,80 \text{ m}$$

Chiều cao xây dựng bể có kể chiều cao bảo vệ (0,3 ÷ 0,5m) là : $H_{XD} = 3,80 + 0,4 = 4,2 \text{ m}$;

Tổng chiều dài bể lắng kể cả hai ngăn phân phối và thu nước

$$L_b = 42 + 2.1,5 = 45 \text{ m}$$

Thể tích một bể lắng là :

$$W_b = L_b \cdot H_b \cdot B = 45.3.91.9 = 1584 \text{ m}^3$$

Lượng nước tính bằng phần trăm mất đi khi xả cặn ở một bể là.

$$P = \frac{K_p \cdot W_c}{QT} \cdot 100 = \frac{1,5 \cdot 374 \cdot 100}{\frac{1500}{3} \cdot 24} = 4,7\%$$

Hệ thống xả cặn làm bằng máng đục lỗ ở hai bên và đặt dọc theo trục mỗi ngăn. Thời gian xả cặn quy định $t = 8 \div 10$ phút lấy $t = 10$ phút. Tốc độ nước chảy ở cuối máng không nhỏ hơn 1 m/s

Dung tích chứa cặn của một ngăn là :

$$W_{c-n} = \frac{374}{3} = 125 \text{ m}^3$$

Lưu lượng cặn ở một ngăn :

$$q_{c-n} = \frac{W_{c-n}}{t} = \frac{125}{10 \cdot 60} = 0,210 \text{ m}^3/\text{s}$$

Diện tích của máng xả cặn : chọn $v_m = 1,5 \text{ m/s}$

$$F_m = \frac{0,210}{1,5} = 0,14 \text{ m}^2$$

Kích thước máng $a = \frac{b}{2}$. Nếu $a = 0,3 \text{ m}$ thì $b = 0,6 \text{ m}$. Tốc độ nước qua lỗ bằng 1,5 m/s. Chọn $d_{lỗ} = 30 \text{ mm}$ (Quy phạm $d_{lỗ} \geq 25 \text{ mm}$). $f_{lỗ} = 0,00071 \text{ m}^2$

Tổng diện tích lỗ trên một máng xả cặn

$$\sum f_{l\delta} = \frac{q_{c-n}}{v_{l\delta}} = \frac{0,210}{1,5} = 0,14 \text{ m}^2$$

Số lỗ một bên máng xả cặn :

$$n = \frac{\sum f_{l\delta}}{2 \cdot f_{l\delta}} = \frac{0,14}{2 \cdot 0,00071} = 100 \text{ lỗ}$$

Khoảng cách tâm các lỗ : $l = \frac{L}{n} = \frac{42}{100} = 0,42 \text{ m}$ (quy phạm $l = 0,3 \times 0,5 \text{ m}$)

Đường kính ống xả cặn với $q_{c-n} = 0,210 \text{ m}^3/\text{s}$, chọn $D_c = 350 \text{ mm}$ ứng với $v_c = 2,20 \text{ m/s}$.

Tổn thất trong hệ thống xả cặn :

$$H = \left(\xi_d + \frac{f_c^2}{f_m^2} + \sum \xi \right) \frac{v_c^2}{2g} \quad (\text{m})$$

Trong đó :

ξ_d : Là hệ số tổn thất qua các lỗ đục của máng, lấy bằng 11,4

$\sum \xi$: Là hệ số tổn thất cục bộ trong máng, lấy bằng 0,5

f_c : Diện tích ống xả cặn , $\frac{\pi d_c^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,35^2}{4} = 0,096 \text{ m}^2$

f_m : Diện tích máng xả cặn : $f_m = 0,3 \times 0,6 = 0,18 \text{ m}^2$

v_c : Tốc độ xả cặn, bằng 2,20 m/s

g : Gia tốc trọng trường bằng 9,81

$$H = \left(11,4 + \frac{0,096^2}{0,18^2} + 0,5 \right) \frac{2,20^2}{2 \cdot 9,81} = 3,2 \text{ m}$$

Khi xả cặn một ngăn, mực nước trong bể hạ xuống ΔH

$$\Delta H = \frac{(q_{c-n} - q_n) \cdot 60t}{f_n} = \frac{(0,210 - 0,0463) 60 \cdot 10}{42 \times 3} = 0,9 \text{ m}$$

Ví dụ (3-2) : Tính bể lắng ngang thu nước đều trên bề mặt (kết hợp với bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng) cho trạm xử lý có công suất $Q = 36.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$. Hàm lượng cặn nước nguồn.

$C_n = 1000 \text{ ng/l}$, độ màu $M = 50^\circ$.

Giải : Các phần tính toán tương tự bể lắng ngang thu nước ở cuối, riêng phần thu nước, phân phối nước và tính toán kích thước bể khác với ví dụ (3 - 1).

Tổng diện tích mặt bằng của bể lắng ngang thu nước bề mặt xác định theo công thức sau : (không kể diện tích bể phản ứng)

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

Trong đó : Lấy $\alpha = 1$

Tốc độ rơi cận u_o (mm/s) lấy như sau :

Đối với nước ít đục (hàm lượng cận < 50 mg/l) lấy $u_o = 0,5$ mm/s

Đối với nước đục vừa (hàm lượng cận $50 \div 250$ mg/l) lấy $u_o = 0,6$ mm/s.

Đối với nước đục (hàm lượng cận $250 \div 2500$ mg/l) lấy $u_o = 0,7 \div 0,8$ mm/s

Hàm lượng cận của nước nguồn là 1000 mg/l, lấy $u_o = 0,7$ mm/s.

$$F = \frac{1 \cdot 1500}{3,6 \cdot 0,7} = 595 \text{ m}^2$$

Lấy $H_o = 2,8$ m, số bể $N = 3$ bể.

Chiều rộng bể tính như sau :

$$B = \frac{Q}{3,6 \cdot v_{tb} \cdot H_o \cdot N} = \frac{1500}{3,6 \cdot 9 \cdot 2,8 \cdot 3} = 5,6 \text{ m}$$

Trong đó :

v_{tb} : lấy tương ứng với u_o như sau :

$u_o = 0,5$ mm/s thì $v_{tb} = 6 \div 8$ mm/s

$u_o = 0,6$ mm/s $v_{tb} = 7 \div 10$ mm/s

$u_o = 0,7 \div 0,8$ mm/s $v_{tb} = 9 \div 12$ mm/s

Chiều dài bể :

$$L = \frac{F}{NB} = \frac{595}{3 \cdot 5,6} = 35 \text{ m}$$

Nước từ bể phản ứng có lớp cận lơ lửng chuyển sang bể lắng qua vách ngăn sát thành tràn, ngập sâu 0,3 m hướng dòng nước chảy xuống phân bố đều trên bề mặt và tránh xáo động bề mặt bể.

Chiều cao nước trên thành tràn :

$$\Delta H = \frac{q_n}{b \cdot v} \quad (\text{m})$$

Trong đó :

q_n : Lưu lượng nước qua một ngăn, bằng $0,0463 \text{ m}^3/\text{s}$

b : Chiều rộng một ngăn, bằng $5,6/2 = 2,8$ m

v : Vận tốc nước qua thành tràn $v = 0,05$ m/s

$$\Delta H = \frac{0,0463}{2,8 \cdot 0,05} = 0,33 \text{ m}$$

Phần thu nước sau bể lắng dùng hệ thống máng đục lỗ chảy ngập trên mặt nước cuối bể.

$$\text{Chiều dài máng : } \frac{2}{3} L = \frac{35 \times 2}{3} = 23 \text{ m}$$

Cứ mỗi ngăn bố trí 2 máng thu, khoảng cách giữa các tâm máng :

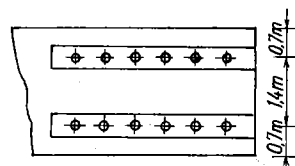
$$a = \frac{2,8}{2} = 1,4 \text{ m}$$

Tốc độ trong máng thu lấy $v_m = 0,6 \text{ m/s}$ (quy phạm $v_m = 0,6 \div 0,8 \text{ m/s}$)

Tiết diện của máng thu : $F_t = \frac{q_n}{2 \cdot v_m} = \frac{0,0463}{2 \cdot 0,6} = 0,04 \text{ m}^2$

Chiều rộng máng : chọn $b_m = 0,2 \text{ m}$

Chiều sâu máng : $h_m = \frac{F_t}{b_m} = \frac{0,04}{0,2} = 0,2 \text{ m}$

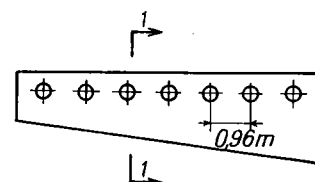


Tốc độ qua lỗ : $v_l = 1 \text{ m/s}$, Diện tích lỗ trên 1 máng thu :

$$\sum f_{lỗ} = \frac{q_n}{2 \cdot v_{lỗ}} = \frac{0,0463}{2 \cdot 1} = 0,0232 \text{ m}^2$$

Đường kính lỗ chọn $d_{lỗ} = 25 \text{ mm}$ (quy phạm $d_{lỗ} \geq 25 \text{ mm}$)

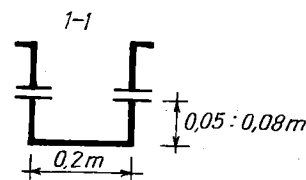
Số lỗ trên máng : $n = \frac{\sum f_{lỗ}}{f_{lỗ}} = \frac{0,0232}{0,00049} = 48 \text{ lỗ}$



mỗi bên bố trí 24 lỗ

Các lỗ thường nằm ngang hai bên ống,
lỗ của máng phải đặt cao hơn đáy máng
 $50 \div 80 \text{ mm}$

Khoảng cách giữa các tâm lỗ : $\frac{23}{24} = 0,96 \text{ m}$



Mép trên của máng, cao hơn mức nước cao nhất trong bể $0,1 \text{ m}$

2.2. Bể lắng đứng

Trong bể lắng đứng nước chuyển động theo phương thẳng đứng từ dưới lên trên, còn các hạt cặn rơi ngược chiều với chiều chuyển động của dòng nước từ trên xuống. Khi xử lý nước không dùng chất keo tụ, các hạt cặn có tốc độ rơi lớn hơn tốc độ dâng của dòng nước sẽ lắng xuống được. Còn các hạt cặn có tốc độ rơi nhỏ hơn hoặc bằng tốc độ dâng của dòng nước, sẽ chỉ lơ lửng hoặc bị cuốn theo dòng nước lên phía trên bể. Khi sử dụng nước có dùng chất keo tụ, tức là trong nước có chứa các hạt cặn kết dính, thì ngoài các hạt cặn có tốc độ rơi ban đầu lớn hơn tốc độ rơi của dòng nước lắng xuống được, còn các hạt cặn khác cũng lắng xuống được. Nguyên nhân là do trong quá trình các hạt cặn có tốc độ rơi nhỏ hơn tốc độ dòng nước bị đẩy lên trên, chúng đã kết dính lại với nhau và tăng dần kích thước, cho đến khi có tốc độ rơi lớn hơn tốc độ chuyển động của dòng nước sẽ rơi xuống. Như vậy lắng keo tụ trong bể lắng đứng có hiệu quả lắng cao hơn nhiều so với lắng tự nhiên.

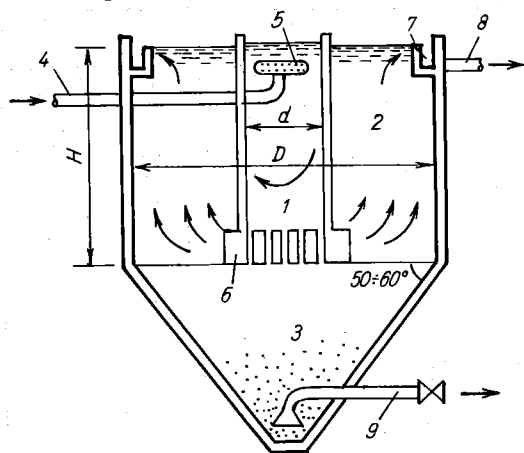
Tuy nhiên hiệu quả lắng trong bể lắng đứng không chỉ phụ thuộc vào chất keo tụ, mà còn phụ thuộc vào sự phân bố đều của dòng nước đi lên và chiều cao vùng lắng phải đủ lớn thì các hạt cặn mới kết dính với nhau được.

Cấu tạo bể lắng đứng.

Bể lắng đứng thường có mặt bằng hình vuông hoặc hình tròn và được sử dụng cho những trạm xử lý có công suất nhỏ (đến $3000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$). Bể lắng đứng hay bố trí kết hợp với

bể phản ứng xoáy hình trụ (hay còn gọi là ống trung tâm). Bể có thể xây bằng gạch hoặc làm bằng bê tông cốt thép. Ống trung tâm có thể là thép cuốn hàn điện hay bê tông cốt thép. Nguyên tắc làm việc của bể lắng đứng như sau : đầu tiên nước chảy vào ống trung tâm ở giữa bể, rồi đi xuống dưới qua bộ phận hãm làm triệt tiêu chuyển động xoáy rồi vào bể lắng. Trong bể lắng đứng, nước chuyển động theo chiều đứng từ dưới lên trên, cặn rơi từ trên xuống đáy bể. Nước đã lắng trong được thu vào máng vòng bố trí xung quanh thành bể và được đưa sang bể lọc.

Theo chức năng làm việc, bể chia làm hai vùng : vùng lắng có dạng hình trụ hoặc hình hộp ở phía trên và vùng chứa nén cặn có dạng hình nón hoặc hình chóp ở phía dưới. Cặn tích lũy ở vùng chứa nén cặn được thải ra ngoài theo chu kì bằng ống và van xả cặn. Trên hình (3-8) giới thiệu sơ đồ cấu tạo bể lắng đứng.



Hình 3-8 : Sơ đồ cấu tạo bể lắng đứng

- 1- Ngăn phản ứng xoáy ;
- 2- Vùng lắng ;
- 3- Vùng chứa cặn ;
- 4- Ống nước vào;
- 5- Vòi phun ;
- 6- Tấm hướng dòng ;
- 7- Máng thu;
- 8- Ống nước ra ;
- 9- Ống xả cặn

Tính toán bể lắng đứng

Diện tích tiết diện ngang của vùng lắng của bể lắng đứng được xác định theo công thức :

$$F = \beta \frac{Q}{3,6 \cdot v_{\text{tt}} \cdot N} \quad (\text{m}^2) \quad (3-29)$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng nước tính toán (m^3/h)

v_{tt} : Tốc độ tính toán của dòng nước đi lên (mm/s)

Tốc độ này không được lấy lớn hơn tốc độ lắng U_0 của cặn đã ghi trong bảng (3 - 2) ở phần bể lắng ngang

N : Số bể lắng đứng, không nhỏ hơn 2 bể.

β : Hệ số kể đến việc sử dụng dung tích bể lấy trong giới hạn từ $1,3 \div 1,5$. Giới hạn dưới lấy khi tỉ số giữa đường kính và chiều cao bể bằng 1 ($\beta = 1,3$ khi $D/H = 1$) ; còn giới hạn trên lấy khi tỉ số này bằng 1,5 ($\beta = 1,5$ khi $D/H = 1,5$)

Đường kính của bể lắng xác định theo công thức :

$$D = \sqrt{\frac{(F + f) \cdot 4}{\pi}} \quad (\text{m}) \quad (3-30)$$

Trong đó :

f : Diện tích tiết diện ngang của bể phản ứng xoáy hình trụ (tức là ống trung tâm) xác định theo công thức đã trình bày trong mục (5.1).

Chiều cao vùng lắng xác định tùy thuộc vào cao trình của dây chuyền công nghệ, có thể lấy $H = 2,6 \div 5 \text{ m}$.

Phần chứa ép cặn của bể lắng đứng phải xây thành hình nón hay chóp với góc tạo thành giữa các tường nghiêng là $70 \div 80\%$. Phải dự kiến khi xả cặn bể không ngừng làm việc. Thời gian làm việc giữa 2 lần xả cặn không được nhỏ hơn 6 giờ đối với hàm lượng cặn đến 1000 mg/l. Khi hàm lượng cặn lớn hơn 1000 mg/l không được lấy quá 24 giờ.

Thời gian giữa 2 lần xả cặn xác định theo công thức sau :

$$T = \frac{W_c \cdot N \cdot \delta}{Q (C_{\max} - c)} \quad (h) \quad (3-31)$$

Trong đó :

W_c : Dung tích phần chứa nén cặn của bể (m^3) có thể tính theo công thức sau :

$$W_c = \frac{\pi \cdot h_n}{3} \left(\frac{D^2 + d^2 + D \cdot d}{4} \right) \quad (m^3) \quad (3-32)$$

Ở đây :

h_n : Chiều cao phần hình nón chứa nén cặn (m), xác định theo công thức :

$$h_n = \frac{D - d}{2 \tan(90^\circ - \alpha)} \quad (m) \quad (3-33)$$

α : Góc nghiêng của phần nón so với mặt phẳng nằm ngang ($\alpha = 50 \div 55^\circ$).

D : Đường kính của bể lắng (m)

d : Đường kính phần đáy hình nón hoặc chóp (m) lấy bằng đường kính ống xả cặn.

N : Số bể lắng đứng, lấy theo số bể phản ứng xoáy hình trụ

δ : Nồng độ trung bình của cặn đã nén chặt lấy theo bảng (3-3) trong phần tính toán bể lắng ngang

C : Hàm lượng cặn còn lại trong nước sau khi lắng bằng $10 \div 12 \text{ mg/l}$.

$C_{\max}$: Hàm lượng cặn trong nước đưa vào bể lắng (kể cả cặn tự nhiên và lượng hóa chất cho vào nước). Xác định theo công thức (3-27) trong phần tính toán bể lắng ngang.

Lượng nước dùng cho việc xả cặn xác định theo công thức (3-28) phần tính toán bể lắng ngang.

Việc thu nước đã lắng ở bể lắng đứng được thực hiện bằng hệ thống máng vòng xung quanh bể thì diện tích một bể nhỏ hơn hoặc bằng 12 m^2 . Khi diện tích bể lớn hơn thì làm thêm các ống hoặc máng có đục lỗ hình nan quạt tập trung nước vào máng chính. Diện tích một bể nằm trong khoảng từ $(12 \div 30) \text{ m}^3$ làm 4 nhánh, nếu diện tích bể lớn hơn 30 m^2

làm 6 ÷ 8 nhánh. Nước chảy trong ống hoặc máng với vận tốc $v = 0,6 \div 0,7$ m/s. Đường kính ống xả lấy bằng 150 ÷ 200 mm.

Ví dụ (3-3) : Tính toán bể lắng đứng cho trạm xử lí có công suất 2400 m³/ ngày đêm. Hàm lượng cặn trong nước nguồn 1000 mg/l, độ màu $M = 50^0$.

Giải : Diện tích tiết diện ngang của vùng lắng tính theo công thức (3-29).

$$F = \beta \frac{Q}{3,6 \cdot v_{tt} \cdot N} \quad (m^2)$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng nước tính toán $Q = 2400$ m³/ngày đêm = 100 m³/h

v_{tt} : Tốc độ tính toán của dòng nước đi lên. Dựa vào bảng xác định tốc độ rơi của cặn (3-2), ứng với hàm lượng của nước nguồn là 1000 mg/l, chọn $v_{tt} = 0,55$ mm/s

N : Số bể lắng đứng. Chọn bằng số bể phản ứng $N = 2$.

β : Hệ số kể đến việc sử dụng dung tích bể. Chọn $\beta = 1,5$ ứng với tỉ số $D/H = 1,5$.

Ta có :

$$F = 1,5 \cdot \frac{100}{3,6 \cdot 0,55 \cdot 2} = 37,9 \text{ m}^2$$

Diện tích ngăn phản ứng xoáy hình trụ tính theo công thức ở phần (5.1).

$$f = \frac{Q \cdot t}{60 \cdot H \cdot n} = \frac{100 \cdot 18}{60 \cdot 4,5 \cdot 2} = 3,4 \text{ m.}$$

Đường kính bể lắng xác định theo công thức (3-30)

$$D = \sqrt{\frac{(F+f)4}{\pi}} = \sqrt{\frac{(37,9+3,4) \cdot 4}{3,14}} = 7,25 \text{ m}^2$$

Vậy tỉ số :

$$\frac{D}{H} = \frac{7,5}{5} = 1,45 < 1,5 \text{ đạt yêu cầu.}$$

($H = 5$ m chọn trong phần tính bể phản ứng xoáy hình trụ).

Thời gian làm việc giữa 2 lần xả cặn có thể xác định theo công thức (3-31)

$$T = \frac{W_c \cdot N \cdot \delta}{Q(C_{\max} - c)} \quad (h)$$

Trong đó :

$$W_c = \frac{\pi \cdot h_n}{3} \left(\frac{D^2 + d^2 + D \cdot d}{4} \right) \quad (m^3)$$

Với :

$$h_n = \frac{D - d}{2 \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha)} \quad (m) \text{ chọn } \alpha = 50^\circ ; d = 200 \text{ mm}$$

$$h_n = \frac{7,25 - 0,2}{2 \operatorname{tg}(90^\circ - 50^\circ)} = 4,2 \text{ m}$$

Vậy :
$$W_c = \frac{3,14 \cdot 4,20}{3} \left(\frac{7,25^2 + 0,2^2 + 7,25 \cdot 0,2}{4} \right) = 59 \text{ m}^3$$

ta có :

$$Q = 100 \text{ m}^3/\text{h} ; N = 2 \text{ bể} ; C \text{ chọn là } 12 \text{ mg/l}$$

$C_{\max}$: Tính theo công thức (3 - 27) trong phần tính toán bể lắng ngang.

$$C_{\max} = 1102,5 \text{ mg/l}$$

$$\delta : \text{Chọn theo bảng (3 - 3)} ; \delta = 35.000 \text{ g/m}^3$$

Như vậy
$$T = \frac{59 \cdot 2 \cdot 35000}{100 (1102,5 - 12)} = 38 \text{ giờ}$$

Lượng nước dùng cho việc xả cặn bể lắng tính bằng phần trăm lượng nước xử lí, xác định như sau :

$$P = \frac{K_p \cdot W_c \cdot N}{Q \cdot T} \cdot 100(\%)$$

K_p : Hệ số pha loãng cặn bằng $1,2 \div 1,15$. Lấy $K_p = 1,15$.

$$P = \frac{1,15 \cdot 59 \cdot 2}{100 \cdot 38} = 3,57\%$$

Để thu nước đã lắng, dùng hệ thống máng vòng chảy tràn xung quanh thành bể và 4 máng hình nan quạt chảy tập trung vào máng chính (do diện tích 1 bể lắng đứng là 19m^2). Nước chảy theo 2 chiều, nên diện tích mặt cắt ngang của máng vòng tính như sau :

$$f_v = \frac{Q}{2 \cdot 2 \cdot v} \quad (\text{m}^2).$$

Trong đó $Q = 100 \text{ m}^3/\text{h} = 0,028 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$v : \text{ vận tốc nước chảy trong máng, } v = 0,6 \text{ m/s}.$$

$$f_v = \frac{0,028}{2 \cdot 2 \cdot 0,6} = 0,012 \text{ m}^2.$$

Thiết kế máng có tiết diện : $(0,1 \times 0,12) \text{ m}$

Tiết diện ngang của máng nan quạt :

$$f_q = \frac{Q}{2 \cdot 4 \cdot 0,6} = \frac{0,028}{2 \cdot 4 \cdot 0,6} = 0,006 \text{ m}^2.$$

Chọn tiết diện máng : $(0,1 \times 0,06) \text{ m}$.

Trường hợp không cho chảy tràn mà đục lỗ quanh máng lấy $d_{\text{lỗ}} = 20 \div 30 \text{ mm}$ và $v_{\text{lỗ}} = 1\text{m/s}$.

2.3. Bể lắng lớp mỏng

Bể lắng lớp mỏng có cấu tạo giống như bể lắng ngang thông thường, nhưng khác với bể lắng ngang là trong vùng lắng của bể lắng lớp mỏng được đặt thêm các bản vách ngăn bằng thép không rỉ hoặc bằng nhựa. Các bản vách ngăn này nghiêng một góc $45^\circ \div 60^\circ$ so với mặt phẳng nằm ngang và song song với nhau.

Do có cấu tạo thêm các bản vách ngăn nghiêng, nên bể lắng lớp mỏng có hiệu suất lắng cao hơn so với bể lắng ngang. Vì vậy kích thước bể lắng lớp mỏng nhỏ hơn bể lắng ngang, tiết kiệm diện tích đất xây dựng và khối lượng xây dựng công trình.

Tuy nhiên do phải đặt nhiều bản vách ngăn song song ở vùng lắng, nên việc lắp ráp phức tạp và tốn vật liệu làm vách ngăn. Mặt khác do bể có chế độ làm việc ổn định, nên đòi hỏi nước đã hòa trộn chất phản ứng cho vào bể phải có chất lượng tương đối ổn định.

Hiện nay bể lắng lớp mỏng còn ít được sử dụng ở Việt Nam, do trong phần cấu tạo của bể còn một số vấn đề chưa được nghiên cứu hoàn chỉnh, nhất là vấn đề thu xả cặn, mặc dù hiệu suất lắng của bể cao.

Vì vậy, trước mắt chỉ nên sử dụng bể lắng lớp mỏng cho những trạm xử lý có công suất không lớn, khi xây mới, hoặc có thể sử dụng khi cần cải tạo lại bể lắng ngang cũ để nâng công suất trong điều kiện diện tích không cho phép xây dựng thêm công trình mới.

Theo chiều của dòng chảy, bể lắng lớp mỏng được chia làm 3 loại :

Bể lắng lớp mỏng với dòng chảy ngang

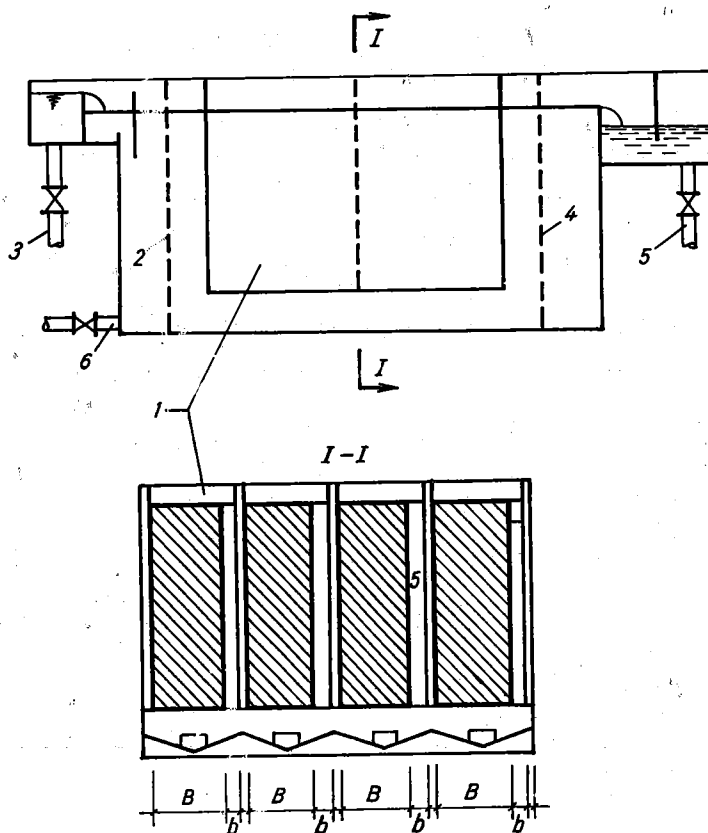
Bể lắng lớp mỏng với dòng chảy nghiêng ngược chiều

Bể lắng lớp mỏng với dòng chảy nghiêng cùng chiều.

Sau đây sẽ lần lượt giới thiệu từng loại bể :

2.3.1. Bể lắng lớp mỏng với dòng chảy ngang

Bể có cấu tạo và nguyên lý hoạt động giống như bể lắng ngang thu nước ở cuối. Vùng lắng được đặt các bản vách ngăn nghiêng $45 \div 60^\circ$ song song với nhau và đặt theo chiều dọc bể. Nước đã được hòa trộn đều chất phản ứng được đưa qua tường phân phối đầu bể, tiếp tục chuyển động theo phương nằm ngang giữa các bản vách ngăn. Cặn rơi xuống khi chạm mặt trên của vách ngăn sẽ trượt xuống vùng chứa cặn. Sơ đồ cấu tạo bể lắng lớp mỏng với dòng chảy ngang được thể hiện trên hình (3-9).



Hình 3-9 : Bể lắng lớp mỏng với dòng chảy ngang
 1- Các bản vách ngăn ; 2- Tường phân phối nước vào
 3- Ống đưa nước vào; 4- Tường thu nước ra.
 5- Ống dẫn nước sang bể lọc ; 6- Ống xả cặn.

Tính toán bể lắng lớp mỏng với dòng chảy ngang

Trong thực tế, để tính toán bể lắng lớp mỏng với dòng chảy ngang, thường xuất phát từ tốc độ lắng cận u_o và góc nghiêng φ của các bản vách ngăn lấy lớn hơn góc trượt của cặn lắng.

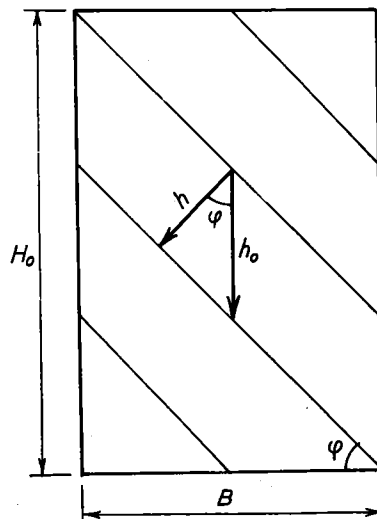
Xét quỹ đạo chuyển động của hạt cặn có tốc độ dòng chảy ngang trung bình là v_{tb} và tốc độ lắng cận u_o trong khoảng giữa hai bản vách ngăn đặt nghiêng một góc φ , ta có thể thiết lập được mối quan hệ :

$$\frac{v_{tb}}{u_o} = \frac{L}{h_o} \quad (3-34)$$

Trong đó :

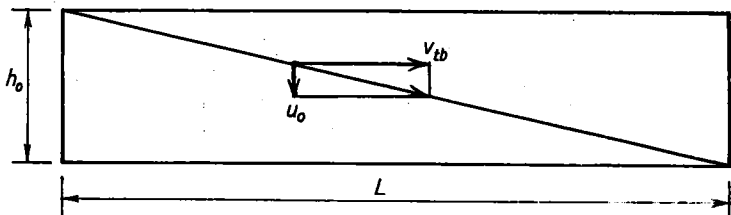
L : Chiều dài vùng lắng cận (m)

h_o : Chiều cao của một ô lắng (m)



Sơ đồ tính toán (a)

$$h_o = \frac{h}{\cos \varphi} \quad (m)$$



Sơ đồ tính toán (b)

h : là khoảng cách giữa 2 bản vách ngăn (m).

Theo nghiên cứu thực nghiệm, khoảng cách giữa 2 bản vách ngăn thường lấy $h = 0,05 \div 0,15m$. Góc nghiêng của bản vách ngăn so với mặt phẳng nằm ngang $\varphi = 45 \div 60^\circ$.

Nếu gọi tổng chiều cao vùng lắng của toàn bể là H_o , chiều cao hình chiếu của các ô lắng lên trục đứng sẽ là :

$$H_o = m \cdot h_o \quad (m)$$

Trong đó :

H_o : Tổng chiều cao vùng lắng lấy tương tự như trong bể lắng ngang thu nước ở cuối ($H_o = 2,5 \div 3,5m$), tùy theo chiều cao của sơ đồ dây chuyển công nghệ của trạm.

$$m : \text{Số ô lắng thiết kế} \quad m = \frac{H_o}{h_o}$$

Nếu ta gọi diện tích mặt bằng của bể là F và diện tích bề mặt một bản vách ngăn là F_o , thì tốc độ lắng cận trong bể sẽ là :

$$u_o = \frac{Q}{F} \quad \text{và} \quad u_o = \frac{Q/m}{F_o} = \frac{Q}{mF_o}$$

hay

$$u_o = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{mF_o} \quad (3-35)$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng nước xử lí.

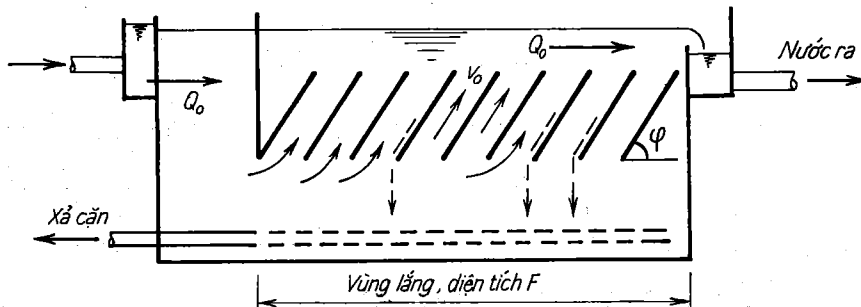
Phương trình này cho thấy, nếu có cùng tốc độ lắng cận u_o và cùng lưu lượng nước, bể lắng lớp mỏng với dòng chảy ngang sẽ có diện tích bề mặt giảm đi m lần. Trên cơ sở xác định được tốc độ lắng cận u_o thích hợp và dựa vào tương quan $\frac{v_{tb}}{u_o} = \frac{L}{h_o}$, có thể xác định được các kích thước cơ bản của bể.

Khi tính chiều dài vùng lắng, cần lấy thêm hệ số $\alpha = 1,3 \div 1,5$, là hệ số kể đến ảnh hưởng của thành phần chảy rối trong các ô lắng.

Hệ thống thu nước và xả cặn, cấu tạo như bể lắng ngang thu nước ở cuối.

2.3.2. Bể lắng lớp mỏng với dòng chảy nghiêng ngược chiều

Nước đã hòa trộn chất phản ứng đưa vào bể sẽ chuyển động giữa các bản vách ngăn nghiêng theo hướng từ dưới lên và cặn lắng xuống đến bề mặt bản vách nghiêng sẽ trượt xuống theo chiều ngược lại. Nguyên lí làm việc của bể được thể hiện trên hình (3-10).



Hình 3-10 : Sơ đồ nguyên lí làm việc của bể lắng lớp mỏng với dòng chảy nghiêng ngược chiều.

Tính toán bể :

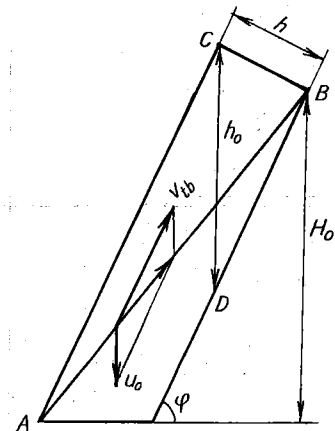
Theo sơ đồ tính toán, trong khoảng thời gian lắng T , hạt cặn chuyển động từ A đến B . Quỹ đạo AB có thể phân thành chuyển động từ A đến C với tốc độ v_{tb} của dòng nước và từ C đến D với tốc độ rơi cặn u_o . Có thể xác lập được các tương quan :

$$AC = \frac{H_o}{\sin \varphi} + \frac{h}{\tan \varphi} = v_{tb} \cdot T$$

$$CD = \frac{h}{\cos \varphi} = u_o \cdot T$$

Do đó :

$$\frac{v_{tb}}{u_o} = \frac{H_o}{h} \cot \varphi + \cot \varphi \cdot \cos \varphi$$



Sơ đồ tính toán

$$\text{hay} \quad \frac{v_{tb}}{u_o} = \cot g \varphi \left(\frac{H_o}{h} + \cos \varphi \right) \quad (3-36)$$

Nếu gọi diện tích bề mặt vùng lắng là F và lưu lượng nước xử lý là Q , tốc độ của dòng nước đi lên theo phương thẳng đứng v_o là :

$$v_o = \frac{Q}{F} = \frac{v_{tb}}{\sin \varphi}$$

v_{tb} : Tốc độ trung bình của dòng nước đi lên theo vách ngăn nghiêng

$$\text{Vậy} \quad v_{tb} = \frac{Q}{F \sin \varphi} \quad (3-37)$$

Thay công thức (3-37) vào (3-36) ta được :

$$u_o = \frac{h}{\cos \varphi (H_o + h \cos \varphi)} \cdot \frac{Q}{F} \quad (3-38)$$

Trong đó h có giá trị bằng $0,05 \div 0,15\text{m}$ và $H_o = 1 \div 1,5\text{m}$. Từ phương trình (3-38) nhận thấy, với cùng lưu lượng nước xử lý và cùng tốc độ lắng cận u_o , bể lắng lớp mỏng với dòng chảy ngược chiều có diện tích bề mặt nhỏ hơn so với bể lắng ngang thông thường.

Khi tính toán kiểu bể lắng này, cũng dựa trên 2 chỉ tiêu cơ bản ban đầu là tốc độ lắng cận u_o và góc nghiêng φ của các bản vách ngăn song song ($\varphi = 45 \div 60^\circ$). Để đảm bảo đủ không gian phân phối nước đều vào các ô lắng, khoảng cách phần dưới các vách ngăn lấy là $1,0 \div 1,2\text{m}$. Chiều cao vùng chứa nén cận thường lấy từ $1 \div 1,5\text{m}$. Lớp nước trên bề mặt tính từ mép các vách nghiêng lấy lớn hơn $0,5\text{m}$ để đảm bảo thu nước đều. Nếu bể lắng có diện tích bề mặt lớn, cần phải thiết kế hệ thống thu nước bề mặt bằng các máng hoặc ống.

Bể lắng lớp mỏng với dòng chảy nghiêng cùng chiều có cấu tạo tương tự như bể có dòng chảy ngược chiều. Ở kiểu bể này, nước và cặn cùng có hướng đi xuống nên hiệu quả lắng cao hơn. Tuy nhiên do chuyển động cùng chiều, nên việc tách cặn ra khỏi dòng nước lắng ở phần dưới các bản vách ngăn phức tạp hơn, vì vậy ít được áp dụng trong thực tế.

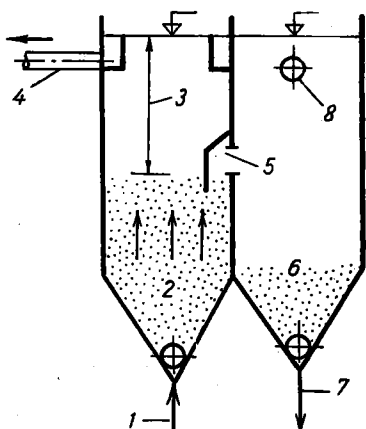
2.4. Bể lắng trong có lớp cặn lơ lửng (gọi tắt là bể lắng trong)

Nguyên tắc làm việc :

Nước cần xử lý sau khi đã trộn đều với chất phản ứng ở bể trộn (không qua bể phản ứng) đi theo đường ống dẫn nước vào, qua hệ thống phân phối với tốc độ thích hợp vào ngăn lắng. Ở đây sẽ hình thành lớp cặn lơ lửng. Sơ đồ nguyên tắc làm việc của bể lắng trong được giới thiệu trên hình (3-11).

Nếu xét một hạt cặn trong lớp cặn lơ lửng ta thấy nó chịu tác dụng của lực đẩy của dòng nước đi lên và trọng lượng bản thân. Khi dòng nước đi lên có vận tốc v thích hợp, thì hạt cặn sẽ tồn tại ở trạng thái lơ lửng hay còn gọi là trạng thái cân bằng động.

Thực ra mỗi hạt cặn đều không ngừng chuyển động, nó chuyển động hỗn loạn, nhưng toàn bộ lớp cặn ở trạng thái lơ lửng.



Hình 3-11 : Sơ đồ nguyên tắc
làm việc của bể lắng trong

- 1- Ống phân phối nước vào bể ;
- 2- Ngăn lắng ;
- 3- Tầng bảo vệ ;
- 4- Ống dẫn nước trong sang bể lọc ;
- 5- Cửa sổ thu cặn ;
- 6- Ngăn chứa nén cặn ;
- 7- Ống xả cặn ;
- 8- Ống thu nước trong ở ngăn nén cặn

Khi đi qua lớp cặn ở trạng thái lơ lửng, các hạt cặn tự nhiên có trong nước sẽ va chạm và kết dính với các hạt cặn lơ lửng và được giữ lại. Kết quả nước được làm trong.

Khi làm việc như vậy, hạt cặn lơ lửng không ngừng biến đổi về độ lớn và hình dạng. Một mặt do kết dính với các hạt cặn có trong nước nên kích thước lớn dần, mặt khác do tác dụng của dòng nước đi lên và do va chạm lẫn nhau nên hạt cặn bị phá vỡ. Vì vậy nếu xét ở một thời điểm nào đấy, lớp cặn lơ lửng là một hệ phân tán không đồng nhất.

Có thể coi kích thước trung bình của hạt cặn lơ lửng không tăng khi giữ nguyên tốc độ của dòng nước đi lên và tính chất của nước nguồn cũng như liều lượng phèn đưa vào nước luôn không đổi.

Trong quá trình làm việc, thể tích của lớp cặn lơ lửng không ngừng được tăng lên. Để có hiệu quả làm trong ổn định, phải có biện pháp giữ cho thể tích cặn lơ lửng ổn định. Muốn vậy phải thiết kế bể có kết cấu hợp lý để đưa cặn thừa ra khỏi thể tích cặn lơ lửng. Cặn thừa sẽ tràn qua cửa sổ sang ngăn nén cặn. Ở đây cặn lắng xuống đáy được đưa ra ngoài, còn nước trong được thu bằng ống và đưa ra ngoài.

Thông thường ở bể lắng trong, tầng cặn lơ lửng gồm 2 ngăn : ngăn lắng và ngăn chứa nén cặn. Lớp nước ở phía trên tầng cặn lơ lửng gọi là tầng bảo vệ. Nếu không có tầng bảo vệ, lớp cặn lơ lửng sẽ bị cuốn theo dòng nước qua máng tràn làm giảm hiệu quả lắng cặn. Mặt khác để bể lắng trong làm việc được tốt, nước đưa vào bể phải có lưu lượng và nhiệt độ ổn định. Theo TCXD - 33 : 1985 quy định, chỉ áp dụng bể lắng trong có lớp cặn lơ lửng khi nước đưa vào công trình có lưu lượng điều hòa hoặc thay đổi dần dần trong phạm vi không quá $\pm 15\%$ trong 1 giờ và nhiệt độ nước đưa vào thay đổi không quá $\pm 1^{\circ}\text{C}$ trong 1 giờ. Sở dĩ phải có những quy định nghiêm ngặt đó là vì trong lớp cặn lơ lửng các hạt cặn lớn lên rồi lại bị phá vỡ thành những hạt cặn nhỏ, sau đó rồi lại hấp phụ và lớn lên. Để cho hạt cặn lớn lên được phải có đủ thời gian. Nếu lưu lượng nước dao động quá lớn, hạt cặn chưa đủ lớn sẽ bị kéo đi. Mặt khác, nếu nhiệt độ thay đổi đột ngột, lực liên kết giữa các hạt cặn lơ lửng sẽ thay đổi và những bông cặn sẽ bị biến dạng, có khi bị phá vỡ.

Ngoài ra nước trước khi đưa vào bể lắng trong phải qua ngăn tách khí. Nếu không trong quá trình chuyển động từ dưới lên trên, các bọt khí sẽ kéo theo các hạt cặn tràn vào máng thu nước trong làm giảm chất lượng nước sau khi lắng.

Bể lắng trong có ưu điểm là không cần xây dựng bể phản ứng, bởi vì quá trình phản ứng và tạo bông kết tủa xảy ra trong điều kiện keo tụ tiếp xúc, ngay trong lớp cặn lơ lửng của bể lắng. Hiệu quả xử lý cao hơn các bể lắng khác và tốn ít diện tích xây dựng hơn. Nhưng bể lắng trong có kết cấu phức tạp, chế độ quản lý chặt chẽ, đòi hỏi công trình làm việc liên tục suốt ngày đêm và rất nhạy cảm với sự dao động lưu lượng và nhiệt độ của nước. Hiện nay, theo TCXD - 33 : 1985, bể lắng trong chỉ nên sử dụng cho các trạm xử lý có công suất đến 3000 m³/ngày đêm. Hy vọng sau này, khi trình độ quản lý vận hành được nâng cao sẽ mở rộng phạm vi sử dụng.

Các loại bể lắng trong :

Dựa trên nguyên tắc làm việc của bể lắng trong, người ta đã thiết kế rất nhiều kiểu bể có kết cấu khác nhau và sử dụng cho các mục đích khác nhau (như : khử đục, khử sắt, khử mangan, silic...). Tùy theo trang thiết bị kỹ thuật, điều kiện quản lý và thi công công trình ở mỗi nước, mà người ta chọn các loại bể lắng trong phù hợp. Có thể chia thành 2 loại chính như sau :

Loại 1 : Làm việc theo nguyên tắc ban đầu : sự ổn định của tầng cặn lơ lửng được đảm bảo bằng chuyển động của dòng nước đi lên.

Việt Nam sử dụng loại bể làm việc theo nguyên tắc này.

Loại 2 : Sự ổn định của tầng cặn lơ lửng được bảo đảm đồng thời với thiết bị khuấy trộn cơ học

Thường được ứng dụng ở các nước như : Mỹ, Pháp, Nhật...

Các loại bể lắng trong khác nhau ở một số điểm như : Khác nhau ở sự sắp xếp vị trí tương quan giữa ngăn lắng và ngăn nén cặn để sử dụng thể tích hợp lý nhất. Khác nhau ở hình thức và kết cấu dẫn cặn thừa sang ngăn nén cặn. Ngoài ra, một số nước trên thế giới còn thiết kế kiểu bể lắng trong có ngăn phản ứng và lắng tách rời.

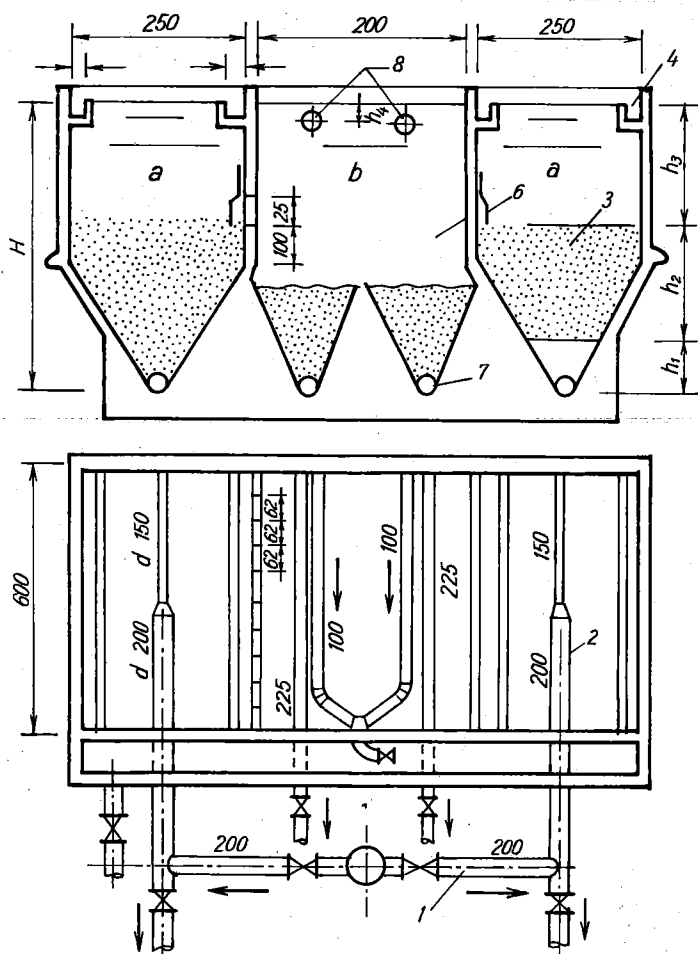
Trong phạm vi giáo trình, chỉ trình bày loại bể lắng trong có quá trình phản ứng và lắng xảy ra đồng thời. Riêng loại bể lắng trong loại này, được thiết kế rất nhiều kiểu : Bể lắng trong kiểu hành lang, bể lắng trong kiểu tròn, bể lắng trong có ngăn nén cặn ở dưới, bể lắng trong có ngăn nén cặn hai bên và bể lắng trong có ngăn nén cặn tách riêng...

Sau đây sẽ trình bày phân cấu tạo và tính toán của bể lắng trong kiểu hành lang, là loại bể lắng trong được sử dụng phổ biến ở Việt Nam.

Bể lắng trong kiểu hành lang :

Cấu tạo bể lắng trong :

Bể lắng trong kiểu hành lang có mặt bằng hình chữ nhật hoặc hình vuông, được chia làm 3 ngăn : ngăn nén cặn ở giữa, 2 ngăn lắng 2 bên. Sơ đồ cấu tạo bể lắng trong kiểu hành lang được trình bày trên hình (3-12)



Hình 3-12 : Cấu tạo bể lắng trong kiểu hành lang

h_o = Chiều cao không có cặn ;

h_1 = Chiều cao lớp cặn

h_2 = Chiều cao lắng.

a. Ngăn lắng ;

b. Ngăn nén cặn

1- Ống nước vào ;

2- Ống phân phối ;

3- Lớp cặn ;

4- Máng thu ;

5- Cửa sổ thu cặn ;

6- Lát chắn ;

7- Ống xả cặn ;

8- Ống thu nước cường bức.

h_1 : Chiều cao lớp cặn lơ lửng, tính từ mép dưới cửa sổ thu cặn đến mặt dưới vùng cặn lơ lửng.

$$h_1 = 2 \div 2,3\text{m.}$$

h_2 : Chiều cao vùng lắng trong (hay tầng bảo vệ), tính từ lớp cặn lơ lửng đến mặt nước, $h_2 = 1,5 \div 2\text{m}$ (nếu nước đục lấy trị số nhỏ, nước có màu lấy trị số lớn).

h_3 : Chiều cao xây dựng, $h_3 = 0,3 \div 0,5\text{ m.}$

h_4 : Chiều cao cửa sổ thu cặn, $h_4 = 0,2\text{m}$

h_5 : Chiều cao từ mép dưới cửa thu cặn đến vị trí chuyển tiếp giữa thành đứng và thành nghiêng của ngăn lắng, $h_5 = 1 \div 1,5\text{m.}$

h_6 : Chiều cao từ mép dưới cửa sổ thu cặn đến lớp cặn trong ngăn nén cặn $h_6 \geq 0,5\text{m.}$

h_7 : Độ ngập của ống thu nước trong ở ngăn nén cặn

$$h_7 = 0,3 \div 0,5\text{ m.}$$

h_o : Chiều cao từ mép dưới lớp cặn lơ lửng đến ống phân phối có thể xác định bằng tính toán. Sơ bộ có thể lấy bằng $0,5 \div 1,0\text{ m.}$

Góc giữa các tường nghiêng phần đáy của vùng cặn lơ lửng $\alpha = 50 \div 70^\circ$.

Khoảng cách giữa các máng thu hoặc ống thu trong vùng lắng lấy không lớn hơn 3m.

Để đảm bảo cặn thừa đưa sang ngăn nén cặn được tốt, cần làm những lá chắn hướng dòng. Lá chắn có thể làm bên ngăn lắng hay bên ngăn nén cặn. Nếu q_2 lớn nên làm bên ngăn nén cặn.

Tính toán bể lắng trong kiểu hành lang

a. Tính lượng nước dùng để xả cặn ra khỏi ngăn chứa nén cặn (tính bằng % lưu lượng nước xử lý).

$$P_c = \frac{K_p (C_{\max} - c)}{\delta_{tb}} \cdot 100 (\%) \quad (3-39)$$

Trong đó : K_p : Hệ số pha loãng của cặn. Lấy $K_p = 1,2$.

$C_{\max}$: Hàm lượng cặn lớn nhất cho vào bể lắng kể cả hóa chất, tính theo công thức (3.27).

c : Hàm lượng cặn còn lại trong nước sau khi lắng

$$c = 10 \div 12 \text{ mg/l.}$$

δ_{tb} : Nồng độ trung bình của cặn đã được ép chặt trong vùng chứa nén cặn, phụ thuộc vào thời gian nén cặn, lấy theo bảng (3-4).

Bảng 3-4 : Nồng độ trung bình của cặn ép

Hàm lượng chất lơ lửng lớn nhất đưa vào bể (mg/l)	Nồng độ trung bình của cặn đã ép chặt δ_{tb} (mg/l).				
	3h	4h	6h	8h	10 ÷ 12h
đến 100	6500	7500	8000	8500	9500
100 ÷ 400	19000	21500	24000	25000	27000
400 ÷ 1000	24000	25000	27000	29000	31000
1000 ÷ 2500	29000	31000	33000	35000	37000

Thời gian nén cặn lấy từ 3 ÷ 12h. Giá trị nhỏ dùng cho nước có hàm lượng cặn lớn hơn 400 mg/l. Đối với nước có độ màu lớn, độ đục nhỏ, hàm lượng cặn nhỏ hơn 400 mg/l thì thời gian lắng lấy từ 8 ÷ 12h.

b. Diện tích toàn phần của bể lắng trong : gồm 2 ngăn lắng và 1 ngăn ép cặn.

$$F = F_l + F_c \quad (m^2).$$

$$F_l = \frac{K \cdot Q}{3,6 \cdot v_l} \quad (m^2) \quad (3-40)$$

$$F_c = \frac{(1 - K)Q}{3,6 \cdot v_l \cdot \alpha} \quad (m^2) \quad (3-41)$$

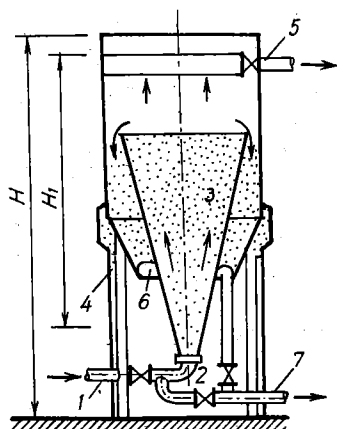
Trong đó : K : Hệ số phân chia lưu lượng giữa ngăn lắng và ngăn nén cặn. Lấy theo bảng (3-5)

Bảng 3-5 : Hệ số phân chia lưu lượng

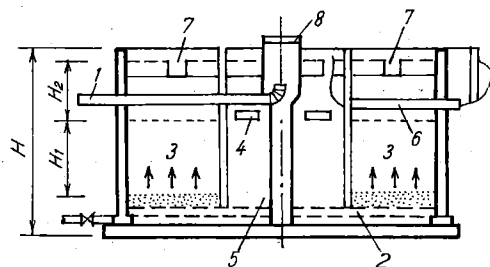
Hàm lượng cặn lớn nhất vào bể (mg/l)	Tốc độ nước dâng ở ngăn lắng phía trên lớp cặn lơ lửng v (mm/s)		Hệ số phân chia lưu lượng K
	mùa hè	mùa đông	
đến 20	0,4 ÷ 0,5	0,6 ÷ 0,7	0,65 ÷ 0,6
20 ÷ 100	0,5 ÷ 0,6	0,7 ÷ 0,8	0,8 ÷ 0,75
100 ÷ 400	0,6 ÷ 0,8	0,8 ÷ 1,0	0,75 ÷ 0,7
400 ÷ 1000	0,8 ÷ 1,0	1,0 ÷ 1,1	0,7 ÷ 0,65
1000 ÷ 2500	1,0 ÷ 1,2	1,1 ÷ 1,2	0,65 ÷ 0,6

α : Hệ số giảm tốc độ nước dâng lên ở ngăn chứa nén cận so với ngăn lắng
 $\alpha = 0,9$.

Về nguyên tắc làm việc, các kiểu bể lắng trong này cũng tương tự bể lắng trong kiểu hành lang, chỉ khác nhau ở sự sắp xếp vị trí tương quan giữa ngăn lắng và ngăn chứa nén cặn. Sau đây là cấu tạo của một số kiểu bể lắng trong được sử dụng hiện nay.



1- Ống dẫn nước vào ; 2- Van ;
3- Ngăn lắng; 4- Ngăn chứa nén cặn ;
5- Ống dẫn nước trong ; 6- Cửa sổ
thu cặn ; 7- Ống xả cặn.

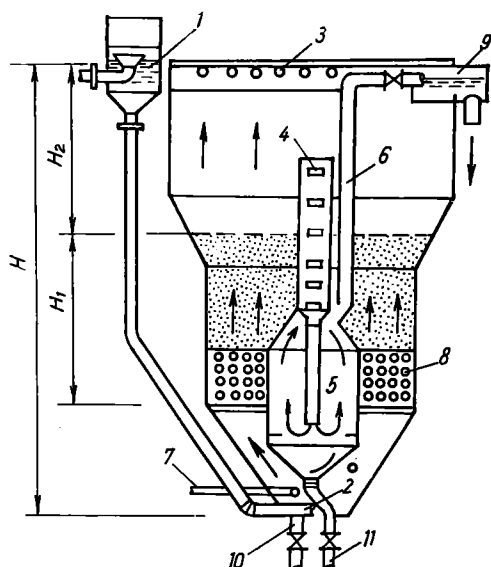


1- Ống dẫn nước vào ; 2- Ống phân phối ; 3- Ngăn lắng; 4- Cửa có khe ; 5- Ngăn chứa cặn ; 6- Ống thu nước ; 7- Máng thu nước ; 8- Van đóng mở

$$\text{Công suất trạm xử lí : } \begin{cases} \text{mùa hè :} & Q_{\max} = 3000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 150 \text{ m}^3/\text{h} \\ \text{mùa đông :} & Q_{\min} = 2400 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 100 \text{ m}^3/\text{h} \end{cases}$$

Độ màu : $M = 55^{\circ}$; hàm lượng phèn nhôm khô $P = 60 \text{ mg/l}$
 hàm lượng vôi để kiểm hóa $v = 21 \text{ mg/l}$.

Hình 3-15 : Bể lắng trong kiểu Kypzaeb



- 1- Ngăn xả khí ;
- 2- Chỗ nước vào ;
- 3- Dây phân phối dưới ;
- 4- Cửa sổ thu cặn ;
- 5- Ngăn nén cặn ;
- 6- Ống thu nước trong
- 7- Ống dẫn hoá chất ;
- 8- Thiết bị ổn định cặn ;
- 9- Máng thu ;
- 10 và 11- Các ống xả cặn.

Giải :

a. Lượng nước dùng để xả cặn ra khỏi ngăn nén cặn xác định theo công thức (3-39).

$$P_c = \frac{K_p (C_{mm} - c)}{\delta_{tb}} \cdot 100 (\%)$$

Trong đó : $K_p = 1,2$; $c = 10 \text{ mg/l}$

C_{max} tính theo công thức (3-27)

$$C_{max} = C_n^{max} + K \cdot P + 0,25 M + v \text{ (mg/l)}$$

$$C_{max} = 1000 + 0,55 \cdot 60 + 0,25 \cdot 55 + 21 = 1067 \text{ mg/l.}$$

với $C_{max} = 1067$ tra bảng (3-4) có $\delta_{tb} = 29000$ ứng với $T = 3h$.

vậy
$$P_c = \frac{1,2(1067 - 10)}{29000} \cdot 100 = 4,37\%$$

Lượng nước xả cặn : $Q_{xả cặn} = Q \cdot P_c = 150 \cdot 4,37\% = 6,6 \text{ m}^3/h$.

b. Diện tích toàn phần của bể lắng trong

$$F_l = \frac{K \cdot Q}{3,6 \cdot v_l} \text{ (m}^2\text{)} \quad (3-40)$$

Tính diện tích ngăn lắng theo 2 mùa, tra bảng (3-5) :

mùa hè : $C_{max} = 1067 \text{ mg/l}$, ta có $v_l = 1,0$; $K = 0,65$

mùa đông $C_{min} = 200 \text{ mg/l}$; ta có $v_l = 0,8$; $K = 0,75$

Vậy : Về mùa hè :

$$F_l = \frac{0,65 \cdot 150}{3,6 \cdot 1,0} = 27,1 \text{ m}^2$$

Về mùa đông :

$$F_l = \frac{0,75 \cdot 100}{3,6 \cdot 0,8} = 26 \text{ m}^2$$

Vậy chọn diện tích ngăn lắng là : $F_l = 27,1 \text{ m}^2$

Diện tích ngăn chứa nén cần tính theo công thức (3-41).

$$F_c = \frac{(1-K) \cdot Q}{3,6 \cdot v_l \cdot \alpha} = \frac{(1-0,65) \cdot 150}{3,6 \cdot 1,0 \cdot 0,9} = 16,2 \text{ m}^2$$

Tổng diện tích mặt bằng bể lắng trong là :

$$F = F_l + F_c = 27,1 + 16,2 = 43,3 \text{ m}^2$$

Chọn số bể lắng $N = 2$, diện tích 1 bể gồm 2 ngăn lắng vậy diện tích 1 ngăn lắng là :

$$f_l = \frac{F_l}{2 \cdot N} = \frac{27,1}{2 \cdot 2} = 6,8 \text{ m}^2$$

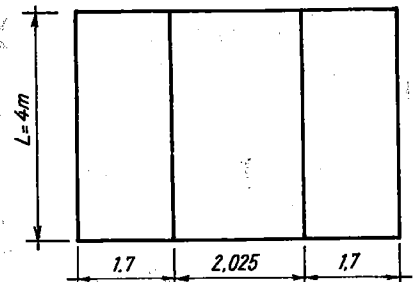
diện tích 1 ngăn nén cần là :

$$f_c = \frac{F_c}{N} = \frac{16,2}{2} = 8,1 \text{ m}^2$$

Lấy chiều rộng ngăn lắng là : 1,7m, chiều dài bể là $6,8/1,7 = 4\text{m}$

chiều rộng ngăn chứa cần là :

$$b_c = \frac{f_c}{L} = \frac{8,1}{4} = 2,025 \text{ m}$$



c. Tính ống phân phối khoan lỗ ở đáy bể.

Lưu lượng nước lớn nhất qua mỗi ống phân phối đặt ở đáy ngăn lắng là :

$$q = \frac{Q}{2N} = \frac{150}{2 \cdot 2} = 37,5 \text{ m}^3/\text{h} = 10,4 \text{ l/s}$$

Tốc độ nước trong ống phân phối khoan lỗ theo quy phạm là $v_0 = 0,5 \div 0,6 \text{ m/s}$, vì phần cuối ống phân phối lưu lượng giảm nên để đảm bảo vận tốc phải giảm đường kính ống.

Thiết kế gồm 2 đoạn : $d = 150\text{mm}$ và $d = 100\text{mm}$ có $l_1 = 2,0\text{m}$

$d = 150\text{mm}$, ứng với $q = 10,4 \text{ l/s}$ có $v = 0,54 \text{ m/s}$.

$d = 100 \text{ mm}$ ứng với $q = 5,2 \text{ l/s}$ có $v = 0,51 \text{ m/s}$.

Tốc độ nước qua các lỗ đục theo quy phạm $v_{l\delta} = 1,5 \div 2 \text{ m/s}$.

Chọn $v_{l\delta} = 1,6 \text{ m/s}$.

Diện tích các lỗ trên một ống phân phối là :

$$\sum f_{l\delta} = \frac{q}{v_{l\delta}} = \frac{0,0104}{1,6} = 0,0065 \text{ m}^2 = 65 \text{ cm}^2$$

Chọn $d_{l\delta} = 20 \text{ mm}$ (quy phạm là $20 \div 25 \text{ mm}$) có $f_{l\delta} = 3,14 \text{ cm}^2$.

Tổng số lỗ trên một số ống phân phối là :

$$n = \frac{65}{3,14} = 21 \text{ lỗ}$$

Các lỗ xếp thành 2 hàng 2 bên ống, so le với nhau và quay xuống dưới 1 góc 45° .

Tỉ số giữa $\sum f_{lỗ}$ và tiết diện ngang của ống :

$$\frac{\frac{n \cdot \pi \cdot d_{lỗ}^2}{4}}{\frac{\pi \cdot d_0^2}{4}} = n \cdot \frac{d_{lỗ}^2}{d_0^2} = 21 \cdot \frac{0,02^2}{0,15^2} = 0,37 \text{ đảm bảo}$$

Theo quy phạm tỉ số này cho phép là $0,3 \div 0,4$.

Khoảng cách giữa tâm các lỗ ở mỗi hàng là :

$$e = L : \frac{n}{2} = 4 : \frac{21}{2} = 0,38 \text{ m} < 0,5 \text{ đảm bảo.}$$

(Quy phạm $e \leq 0,5 \text{ m}$).

d. Tính máng thu nước

Thu nước đã lắng ở ngăn lắng thực hiện bằng máng có lỗ chảy ngập đặt ở bên sườn ngăn lắng.

Lưu lượng nước cho 1 máng là :

$$q_m = \frac{K \cdot Q}{4 \cdot N} = \frac{0,7 \cdot 150}{8} = 13,125 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00365 \text{ m}^3/\text{s}$$

Máng có tiết diện hình chữ nhật

Chiều rộng máng xác định theo công thức thực nghiệm :

$$b_m = 0,9 \cdot q_m^{0,4} = 0,9 \cdot 0,00365^{0,4} = 0,9 \cdot 0,15 = 0,135 \text{ m} \approx 14 \text{ cm}$$

Tâm lỗ cách mặt trên bể $0,07 \text{ m}$. Chiều sâu đầu máng :

$$h_{dm} = 7 + 1,5 \cdot \frac{b_m}{2} = 7 + 1,5 \cdot \frac{14}{2} = 17,5 \text{ cm}$$

Chiều sâu cuối máng :

$$h_{cm} = 7 + 2,5 \cdot \frac{b_m}{2} = 7 + 2,5 \cdot \frac{14}{2} = 24,5 \text{ cm}$$

Diện tích các lỗ trên thành máng :

$$\sum f_{lỗ m} = \frac{q_m}{\mu \sqrt{2gh}} = \frac{0,00365}{0,65 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,05}} = 0,0057 \text{ m}^2 = 57 \text{ cm}^2.$$

Lấy đường kính lỗ : $d_{lỗ} = 20 \text{ mm}$ ta có $f_{lỗ} = 3,14 \text{ cm}^2$.

$$\text{Số lỗ : } n = \frac{\sum f_{lỗ m}}{f_{lỗ}} = \frac{57}{3,14} = 18 \text{ lỗ}$$

Khoảng cách giữa các lỗ :

$$e = \frac{L}{18} = \frac{4}{18} = 0,22 \text{ m}$$

e. Diện tích của sổ thu cận :

Diện tích các cửa sổ thu cận xác định theo lưu lượng nước chảy cùng với cận thừa sang ngăn nén cận của bể lắng trong.

$$q_c = \frac{(1-K) Q}{N} = \frac{(1-0,7) \cdot 150}{2} = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nước chảy cùng với cận thừa vào ngăn nén cận từ mỗi phía lưu lượng chảy qua cửa sổ 1 phía là :

$$q_{c.s} = \frac{q_c}{2} = \frac{22,5}{2} = 11,25 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Diện tích cửa sổ thu cận ở một phía của ngăn nén cận là :

$$f_{c.s} = \frac{q_{c.s}}{v_{c.s}} = \frac{11,25}{36} = 0,32 \text{ m}^2$$

($v_{cs} = 10 \div 15 \text{ mm/s}$ ứng với $v_{cs} = 36 \div 54 \text{ m/h}$).

chọn chiều cao cửa sổ $h_4 = 0,2\text{m}$, thì tổng chiều dài các cửa sổ ở 1 phía là :

$$l_{cs} = \frac{0,32}{0,2} = 1,6 \text{ m}$$

Vậy mỗi phía của ngăn thu làm 4 cửa sổ thu cận theo chiều dài của bể. Kích thước mỗi cửa là : $0,2 \times 0,4\text{m}$. Khoảng cách giữa các tâm cửa sổ : $e = \frac{4}{4} = 1\text{m}$.

g. Ống khoan lỗ thu nước trong ngăn nén cận :

Để thu nước trong từ ngăn chứa nén cận, dùng 2 ống khoan lỗ đặt ngập $0,3\text{m}$ và cao hơn cạnh trên của cửa sổ thu cận là $1,5\text{m}$.

Lưu lượng nước qua mỗi ống thu nước là :

$$q_{ol} = \frac{(1-K) \cdot q_l - Q_{\text{xả cận}}}{2} = \frac{(1-0,7) \cdot 52,5 - 6,6}{2} = 4,575 \text{ m}^3/\text{h} = 1,27 \text{ l/s}$$

Nếu lấy tốc độ nước chảy trong ống là $V = 0,4 \text{ m/s}$ thì $d = 50 \text{ mm}$ (quy phạm $v \leq 0,5 \text{ m/s}$).

Lấy tốc độ nước qua lỗ $v_{lỗ} = 1,5 \text{ m/s}$ ta có :

$$\sum f_{lỗ} = \frac{q_{ol}}{V_{lỗ}} = \frac{0,00127}{1,5} = 0,00085 \text{ m}^2 = 8,5 \text{ cm}^2.$$

Lấy đường kính lỗ thu nước ở ống là $d_{lỗ} = 15 \text{ mm}$ (quy phạm cho phép $d_{lỗ} = 1,5 \div 20 \text{ mm}$).

Vậy $f_{lỗ} = 1,77 \text{ cm}^2$.

Số lỗ cần thiết $n = \frac{8,5}{1,77} = 5 \text{ lỗ}.$

Khoảng cách giữa các tâm lỗ : $e = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ m}$

h. Tính chiều cao bể lắng

$$H_l = \frac{b_l - 2bm}{2 \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} \quad (\text{m}).$$

Trong đó :

b_l : Chiều rộng ngăn lửng $b_l = 1,7 \text{ m}$

b_m : Chiều rộng máng thu $b_m = 0,14m$

α : Góc trung tâm tạo bởi đường thẳng vạch từ tâm ống phân phối nước đến các điểm trên cùng của mép máng thu chọn $\varphi = 18^\circ$.

$$H_l = \frac{1,7 - 2,0,14}{2tg9^0} = 4,5 \text{ m}$$

Chiều cao lớp nước bảo vệ :

$$h_2 = (1,5 \div 2m) \text{ chọn } h_2 = 1,7 \text{ m.}$$

Chiều cao phần hình tháp :

$$h_{th} = \frac{b_l - a}{2tg \frac{\alpha}{2}} \quad (m)$$

a : Chiều rộng ngăn lửng ở đáy bể ; $a = 0,2\text{m}$.

α : Góc tạo thành bởi 2 thành nghiêng của ngăn lẳng quy phạm cho $\alpha = 50 \div 70^\circ$,
chọn $\alpha = 60^\circ$.

$$h_{th} = \frac{1,7 - 0,2}{2 \operatorname{tg} 30^\circ} = 1,3 \text{ m.}$$

Chiều cao lớp cận lơ lửng nằm trên cạnh chuyển tiếp từ tường nghiêng sang tường đứng.

$$h_5 = H_l - h_2 - h_{th} = 4,5 - 1,7 - 1,3 = 1,5 \text{ m.}$$

Nằm trong giới hạn quy phạm cho phép là $1,0 \div 1,5m$.

Vậy chiều cao bể lắng kể cả chiều cao dự phòng xây dựng là :

$$H = H_l + h_3 = 4,5 + 0,3 = 4,8\text{m}$$

$$(h_3 = 0,3 \div 0,5\text{m}).$$

Chiều cao lớp cặn lơ lửng tính từ mép dưới của sổ thu cặn đến mặt cắt giới hạn bởi 2 thành nghiêng của bể mà ở đó có tốc độ nước đi lên $v \leq 2\text{mm/s}$ là :

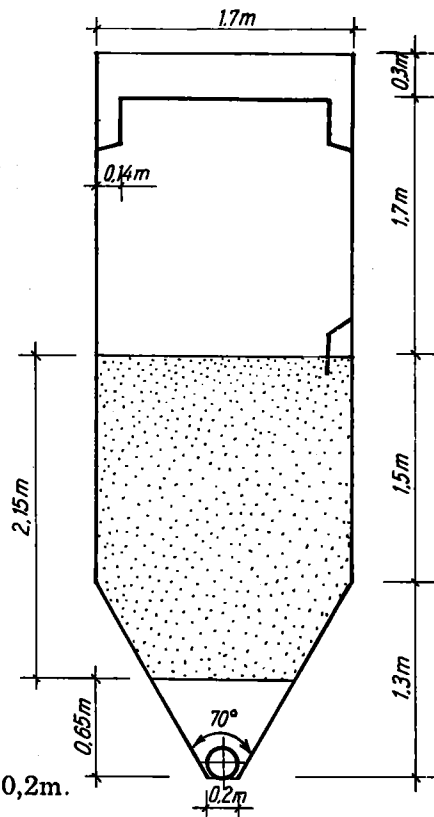
$$h_1 = h_5 + \frac{h_{th}}{2} = 1,5 + \frac{1,3}{2} = 2,15 \text{ m}$$

→ đảm bảo (quy phạm bằng $2 \div 2,3m$).

Mép trên cửa sổ thu cần đặt thấp hơn mực nước trong bể lắng là 1,5m

i. Dung tích ngăn chứa cặn và ống tháo cặn

$$W_c = L \left[b_c \cdot h_1 + 2 \left(\frac{h_{th} \cdot b_c / 2}{2} \right) \right] = 4 \left[2,025 \cdot 2,15 + 2 \left(\frac{1,3 \cdot 2,025}{4} \right) \right] = 22,68 \text{ m}^3.$$



Lưu lượng cần qua ngăn chứa ép cần trong 1 giờ :

$$q_c = C_{\max} \cdot q_l = 1,067.52,5 = 56 \text{ kg/h.}$$

Nồng độ trung bình của cần : $\delta_{tb} = 29.000 \text{ g/m}^3 = 29 \text{ kg/m}^3$.

Thời gian cần lưu lại trong ngăn ép cần :

$$T = \frac{W_c}{q_c / \delta_{tb}} = \frac{22,68}{56/29} = 11,7 \text{ h.}$$

(quy phạm cho phép $T=3 \div 12 \text{ h}$).

Để tháo cần ra khỏi bể lắng, người ta dùng các ống khoan lỗ và đặt ở đáy ngăn chứa nén cần. Đường kính ống tính toán với điều kiện xả hết cần trong vòng $10 \div 15$ phút. Tốc độ cuối ống xả cần không nhỏ hơn 1 m/s ; $v_{l\delta}$ không nhỏ hơn 3 m/s . Nếu tháo cần ở ngăn nén cần trong vòng 10 phút thì lưu lượng qua ống xả là : ($10 \text{ phút} = 1/6 \text{ h.}$)

$$q_{vc} = \frac{W_c}{2 \cdot 10'} = \frac{22,68}{2 \cdot 1/6 \text{ h}} = 68,04 \text{ m}^3/\text{h} = 19 \text{ l/s}$$

Lấy tốc độ ở cuối ống $v_\delta = 1,00 \text{ m/s}$ ứng với $d = 150 \text{ mm}$.

Diện tích các lỗ trên 1 ống xả cần khi $v_{l\delta} = 3 \text{ m/s}$.

$$\sum f_{l\delta} = \frac{q_{vc}}{v_{l\delta}} = \frac{0,019}{3} = 0,0063 \text{ m}^2 = 63 \text{ cm}^2.$$

Nếu lấy $d_{l\delta} = 20 \text{ mm}$ thì $f_{l\delta} = 3,14 \text{ cm}^2$.

Số lỗ cần thiết là :

$$n = \frac{\sum f_{l\delta}}{f_{l\delta}} = \frac{63}{3,14} = 20 \text{ lỗ}$$

h. Mương tập trung nước

Chiều rộng mương lấy theo cấu tạo $b_{\text{mương}} = 0,4 \div 0,6 \text{ m}$ chọn $b_{\text{mương}} = 0,4 \text{ m}$. Khoảng cách từ đáy mương thu nước đến mặt nước theo ngăn tập trung là $0,4 \text{ m}$. Lượng nước chảy trong mương là : $75 \text{ m}^3/\text{h} = 20,8 \text{ l/s}$. Tốc độ nước chảy trong mương $v_{\text{mương}} = 0,6 \text{ m/s}$.

$$\text{Tiết diện mương : } \omega_m = \frac{q_{\text{mương}}}{v_{\text{mương}}} = \frac{0,0208}{0,6} = 0,035 \text{ m}^2.$$

chiều rộng mương $b_m = 0,4 \text{ m}$, chiều cao lớp nước trong mương $h_{\text{mương}} = \frac{0,035}{0,4} = 0,09 \text{ m}$

l. Tính toán giảm áp trong bể lắng trong

Tổn thất trong ống phân phối :

$$h_1 = \xi \frac{v^2}{2g} \text{ trong đó } \xi \text{ hệ số sức kháng } \xi = \frac{2,2}{K^2} + 1$$

K : Tỷ số giữa tổng diện tích các lỗ và tiết diện ngang của ống theo tính toán ở phần trên $K = 0,37$.

$$\xi = \frac{2,2}{0,37^2} + 1 = 17$$

v : Tốc độ nước chảy trong ống $v = 0,54$ m/s.

Vậy
$$h_1 = 17 \cdot \frac{0,54^2}{2 \cdot 9,81} = 0,253 \text{ m.}$$

Giảm áp trong máng có lỗ đục chảy ngập : ($V = 0,6 \div 0,7$ m/s).

$$h_2 = \frac{v^2}{\mu^2 \cdot 2g} = \frac{0,7}{0,65^2 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,084 \text{ m}$$

Giảm áp trong lớp cặn lơ lửng ($1 \div 2$ cm cho 1m chiều dày lớp cặn lơ lửng).

$$h_3 = 2,15 \cdot 2 = 4,3 \text{ cm} = 0,043 \text{ m.}$$

Độ chênh mực nước giữa máng thu nước và mương tập trung nước thường lấy bằng $0,6 \div 0,7$ m.

Lấy
$$h_4 = 0,6 \text{ m.}$$

Giảm áp trong bể lắng trong là :

$$\sum h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \text{ (m)} = 0,253 + 0,084 + 0,043 + 0,6 = 0,98 \text{ m.}$$

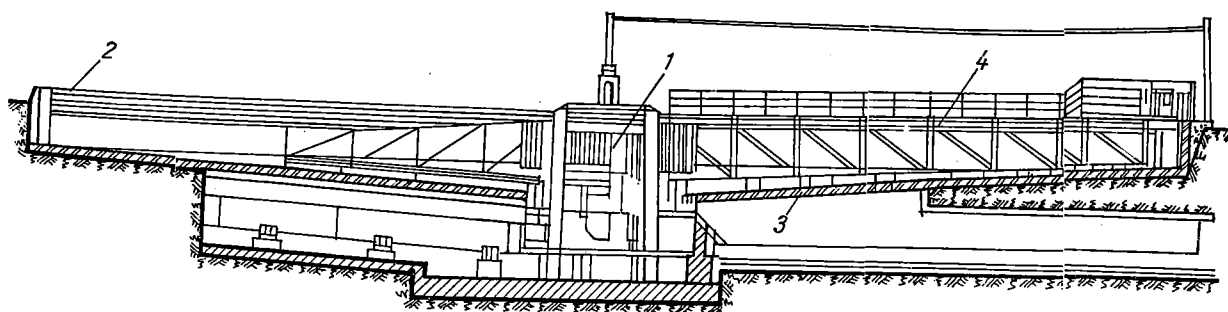
Chú ý : Khi dùng bể lắng trong có ngăn chứa nén cặn ở dưới ngăn lắng, cửa thông giữa vùng cặn lơ lửng và ngăn chứa nén cặn phải có nắp mở tự động, nó sẽ tự động mở khi mực nước trong bể lắng hạ xuống quá mép trên của ống thoát cặn.

2.5. Bể lắng li tâm

Nguyên tắc làm việc :

Nước cần xử lý theo ống trung tâm 1 vào giữa ngăn phân phối 2, rồi được phân phối vào vùng lắng 3. Trong vùng lắng nước chuyển động chậm dần từ tâm bể ra ngoài. Ở đây cặn được lắng xuống đáy, nước trong thì được thu vào máng vòng 4 và theo đường ống 5 sang bể lọc.

Để thu bùn có thiết bị gạt cặn gồm dầm số 6 chuyển động theo ray vòng tròn số 7, dầm treo giàn cào bằng thép 8 có các bàn gạt ở phía dưới. Nhờ những bàn gạt này, cặn lắng ở đáy được dẫn vào phễu 9 và xả ra ngoài theo ống xả cặn 10. Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc của bể lắng li tâm được giới thiệu trên hình (3-16).



Hình 3-16 : Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc của bể lắng li tâm.

1- Ống dẫn vào ; 2- Máng thu nước ; 3- Lưới gạt bùn ; 4- Giàn cào bùn

Bể lắng li tâm có dạng hình tròn, đường kính có thể từ 5m trở lên. Bể lắng li tâm thường được sử dụng để sơ lắng các nguồn nước có hàm lượng cặn cao (lớn hơn 2000 mg/l) với công suất lớn hơn hoặc bằng 30.000 m³/ngày đêm và có hoặc không dùng chất keo tụ.

Bể lắng li tâm là loại trung gian giữa bể lắng ngang và bể lắng đứng. Nước từ vùng lắng chuyển động từ trong ra ngoài (nên gọi là bể lắng li tâm) và từ dưới lên trên. So với một số kiểu bể lắng khác, bể lắng li tâm có một số ưu nhược điểm sau : Nhờ có thiết bị gạt bùn, nên đáy bể có độ dốc nhỏ hơn so với bể lắng đứng (độ dốc từ 5 ÷ 8%), do đó chiều cao công tác của bể nhỏ (1,5 ÷ 3,5m) nên thích hợp xây dựng ở những khu vực có mực nước ngầm cao. Bể vừa làm việc vừa xả cặn liên tục nên khi xả cặn bể vẫn làm việc bình thường. Nhưng bể lắng li tâm có hiệu quả lắng cặn kém hơn so với các bể lắng khác do bể có đường kính lớn, tốc độ dòng nước chuyển động chậm dần từ trong ra ngoài, ở vùng trong do tốc độ lớn, cặn khó lắng đôi khi xuất hiện chuyển động khối. Mặt khác nước trong chỉ có thể thu vào bằng hệ thống máng vòng xung quanh bể nên thu nước khó đều. Ngoài ra hệ thống gạt bùn cấu tạo phức tạp và làm việc trong điều kiện ẩm ướt nên chóng bị hư hỏng.

Hiện nay, để khắc phục những nhược điểm của bể lắng li tâm, người ta đưa vào vùng lắng các mô tơ khuấy có tốc độ thấp để tạo môi trường phản ứng và lắng có hiệu quả. Hệ thống gạt bùn được thay thế bằng xi phong hút bùn ra ngoài, sau đó dùng máy bơm hút bùn chuyển đi. Nhờ có sự lắp đặt và thay thế một số thiết bị trong bể lắng li tâm mà hiệu quả lắng của bể được nâng cao và mở rộng phạm vi áp dụng.

Tính toán bể lắng li tâm

Diện tích bề mặt của bể có thể xác định theo công thức thực nghiệm sau :

$$F = 0,21 \left(\frac{Q}{u_0} \right)^{1,07} + f \quad (m^2) \quad (3-42)$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng nước tính toán (m³/h).

u₀ : Tốc độ lắng tính toán (mm/s) . u₀ được xác định trên cơ sở thực nghiệm

u₀ = 0,4 ÷ 1,5 mm/s.

f : Diện tích vùng xoáy của bể lắng (m²).

Đây là phần diện tích nằm giữa bể do chuyển động xoáy của dòng nước cặn không lắng xuống được.

Diện tích vùng xoáy được xác định theo bán kính vùng xoáy :

$$r_x = r_p + 1 \quad (m)$$

r_p : Bán kính ngăn phân phối nước hình trụ, có thể lấy r_p = 2 ÷ 4 m (trị số lớn dùng cho bể có công suất lớn hơn 120.000 m³/ngày đêm).

Vậy $f = \pi r_x^2 \quad (m^2).$

Bán kính của bể sẽ là :

$$R = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (m)$$

Chiều cao bể lắng xác định theo công thức :

$$H = h + R \cdot i \text{ (m)}$$

Trong đó

h : Chiều sâu tại thành bể lắng (m) ; $h = 1,5 \div 2,5\text{m}$

i : Độ dốc đáy bể ; $i = 0,05 \div 0,08$

Ví dụ (3-5) : Tính bể lắng li tâm cho trạm xử lí có công suất $36.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$. Hàm lượng cặn lớn nhất của nước nguồn là 2200 mg/l .

Giải :

Diện tích bề mặt bể xác định theo công thức (3-42)

$$F = 0,21 \left(\frac{Q}{u_0} \right)^{1,07} + f \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng nước xử lí, $Q = 36.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$

u_0 : Tốc độ lắng cặn; $u_0 = 0,5 \text{ mm/s}$.

f : Diện tích vùng xoáy ; $f = \pi r_x^2 \text{ (m}^2\text{)}$

$$r_x = r_p + 1 \text{ (m) chọn } r_p = 2\text{m}$$

$$r_x = 2 + 1 = 3\text{m.}$$

$$f = \pi \cdot r_x^2 = 3,14 \cdot 3^2 = 28,25 \text{ m}^2$$

Vậy

$$F = 0,21 \cdot \left(\frac{1500}{0,5} \right)^{1,07} + 28,25 = 702 \text{ m}^2$$

Bán kính của bể là :

$$R = \sqrt{\frac{F}{\pi}} = \sqrt{\frac{702}{3,14}} = 15 \text{ m vậy } D = 30\text{m.}$$

Chọn chiều sâu tại thành bể $h = 1,5\text{m}$.

Chọn độ dốc đáy bể $i = 0,06$.

Chiều cao bể lắng sẽ là :

$$H = h + R \cdot i = 1,5 + 15 \cdot 0,06 = 1,5 + 0,9 = 2,4\text{m.}$$

Tính ngăn phân phối nước :

Ngăn phân phối nước được thiết kế hình trụ có khoan lỗ trên vách ngăn. Mép dưới vách ngăn ngập dưới mực nước trong bể ở độ sâu bằng chiều sâu bể lắng tại thành bể ($h = 1,5\text{m}$).

Diện tích xung quanh của ngăn phân phối là :

$$F_p = \pi d h = 3,14 \cdot 4 \cdot 1,5 = 18,84 \text{ m}^2$$

(Trong đó d là đường kính ngăn phân phối, $d = 2r_p = 4\text{m}$).

Tổng diện tích các lỗ trên vách ngăn :

$$\sum f_{l\delta} = \frac{Q}{v_{l\delta}} = \frac{0,42}{1} = 0,42 \text{ m}^2 (v_{l\delta} = 1 \text{ m/s})$$

chọn đường kính lỗ : $d_{l\delta} = 40 \text{ mm}$; $f_{l\delta} = 0,00126 \text{ m}^2$ (Quy phạm $d_{l\delta} = 36 \div 40 \text{ mm}$).

Số lỗ :
$$n = \frac{\sum f_{l\delta}}{f_{l\delta}} = \frac{0,42}{0,00126} = 333 \text{ lỗ.}$$

Xếp thành 6 hàng ngang.

Khoảng cách giữa các tâm lỗ theo chiều đứng :

$$e_d = \frac{h}{8} = \frac{1500}{6} = 250 \text{ mm}$$

Chu vi ngăn phân phối : $l = 2\pi R_p = 3,14.4 = 12,56 \text{ m}$.

Khoảng cách giữa các tâm lỗ theo chiều ngang :

$$e_n = \frac{l}{n/6} = \frac{12560.6}{333} = 226 \text{ mm}$$

Tỉ số giữa diện tích các lỗ và diện tích bề mặt xung quanh ngăn phân phối nước :

$$\frac{0,42}{18,84} \cdot 100\% = 2,2\% < 5\%$$

Tính máng thu nước :

Để thu nước đã lắng, thiết kế các lỗ ngập trên máng chảy vòng theo chu vi bể ; tổng diện tích các lỗ là :

$$\sum f_{l\delta} = \frac{Q}{v_{l\delta}} = \frac{0,42}{0,8} = 0,525 \text{ m}^2 (v_{l\delta} = 0,8 \text{ m/s}).$$

Đường kính 1 lỗ : $d_{l\delta} = 40 \text{ mm}$ nên $f_{l\delta} = 0,00126 \text{ m}^2$

Tổng số lỗ :
$$n = \frac{\sum f_{l\delta}}{f_{l\delta}} = \frac{0,525}{0,00126} = 417 \text{ lỗ}$$

Chiều dài máng :

$$l_m = 2\pi.R = 2.3,14.15 = 94,2 \text{ m}$$

Khoảng cách giữa các tâm lỗ :

$$e = \frac{l_m}{n} = \frac{94200}{417} = 226 \text{ mm}$$

2.6. Xyclon thủy lực

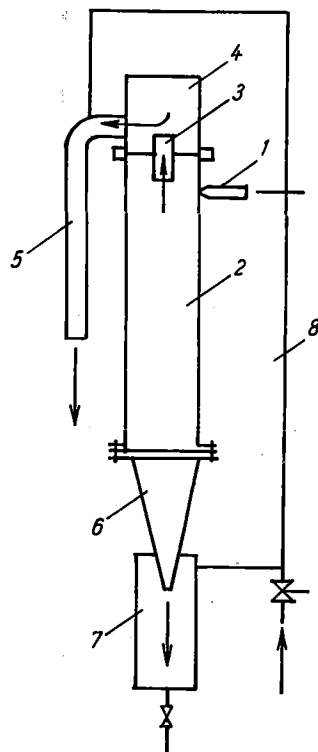
Nguyên tắc làm việc :

Nước nguồn đi vào xyclon theo phương tiếp tuyến với đường chu vi ở phần hình trụ, do lực quán tính nước tiếp tục chuyển động theo đường biên và quay quanh trục xyclon rồi đi dần lên phía trên và được thu vào ống thu đặt trên đỉnh và đồng trục với xyclon. Cặn bẩn vòng ra thành xyclon và trượt xuống dưới đi vào côn thu và được xả ra ngoài. Sơ đồ nguyên tắc làm việc của xyclon thủy lực được thể hiện trên hình (3-17).

Xyclon thủy lực dùng để xử lý sơ bộ nguồn nước mặt có nhiều thành phần cặn thô, nhất là những nguồn nước có độ đục cao đột xuất trong khoảng thời gian không lâu là rất thích hợp. Xyclon thủy lực có nhiều ưu điểm : kích thước gọn nhẹ, công suất trên một đơn vị diện tích rất cao, giá thành sơ lắng 1m^3 nước không phèn rẻ hơn nhiều so với các loại bể lắng sơ bộ. Hiệu quả lắng của xyclon tăng lên cùng công suất, xả cặn dễ dàng... xyclon thủy lực được dùng nhiều trong cấp nước công nghiệp và xử lý nước thải công nghiệp. Xyclon thủy lực thích hợp với những trạm xử lý có công suất nhỏ và làm việc không liên tục. Nếu công suất trạm lớn sẽ tốn điện năng.

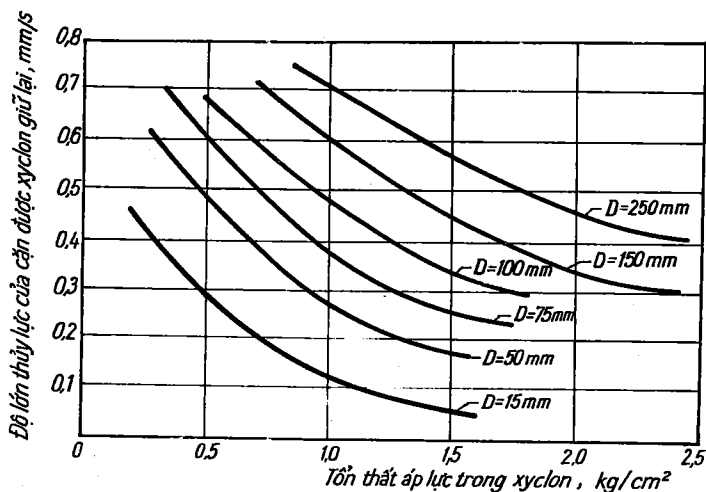
Để nâng cao hiệu quả làm việc của xyclon thủy lực, người ta có xu hướng thiết kế xyclon với đường kính nhỏ. Tuy nhiên khi giảm kích thước thì tổn thất áp lực trong xyclon sẽ tăng lên. Tổn thất áp lực trong xyclon phụ thuộc vào cấu tạo và công suất của xyclon. Với cùng kích thước, nếu tăng lưu lượng nước vào, sẽ làm tăng tốc độ chuyển động của nước và hiệu quả xử lý tăng, đồng thời tổn thất áp lực cũng tăng. Sự tương quan giữa hiệu quả lắng và tổn thất áp lực trong xyclon thủy lực được thể hiện trên biểu đồ hình (3-18), ở đây hiệu quả lắng được tính theo hạt cặn có độ lớn thủy lực nhỏ nhất được giữ lại.

Từ biểu đồ hình (3-18) nhận thấy, khi tổn thất trong xyclon không đổi, thì hiệu quả xử lý tăng nếu đường kính giảm. Vì vậy để giữ được các hạt cặn có kích thước nhỏ, phải dùng xyclon thủy lực có đường kính nhỏ. Nếu công suất cần xử lý lớn, phải dùng nhiều xyclon làm việc đồng thời. Khi không yêu cầu chất lượng nước xử lý cao có thể chọn các xyclon thủy lực có đường kính lớn.



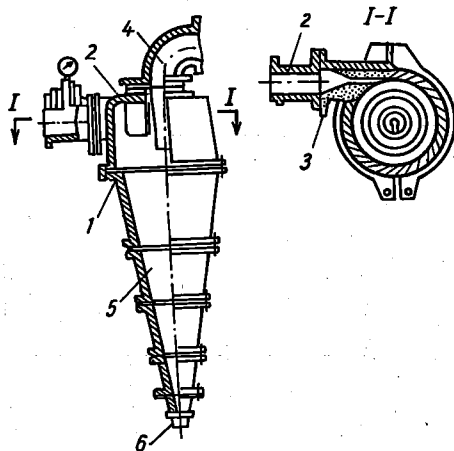
Hình 3-17 : Sơ đồ nguyên tắc làm việc của xyclon thủy lực

- 1- Ống nước vào ;
- 2- Thân xyclon ;
- 3- Ống nước đã lắng ;
- 4- Ngăn nước thu đã lắng
- 5- Ống nước ra
- 6- Phần chứa cặn ;
- 7- Ngăn nén cặn ;
- 8- Ống điều áp.



Hình 3-18 : Biểu đồ tương quan giữa hiệu quả lắng và tổn thất áp lực trong xyclon thủy lực

Trên hình (3-19) trình bày chi tiết cấu tạo của xyclon thủy lực



Hình 3-19 : Cấu tạo chi tiết của xyclon thủy lực

- 1- Vỏ xyclon thủy lực ;
- 2- Ống dẫn nước vào
- 3- Miệng phun có gắn tấm đệm có thể thay đổi kích thước
- 4- Ống dẫn nước ra ;
- 5- Côn thu cận ;
- 6- Vòi xả cận.

Bảng 3-6 : Kích thước chủ yếu của các loại xyclon thủy lực chế tạo sẵn.

Đường kính xyclon (mm)	Góc hình nón (độ)	Đường kính ống thu (mm)	Kích thước lỗ đưa nước vào (mm)	Đường kính tương đương lỗ đưa nước vào (mm)	Đường kính vòi xả cận (mm)	Chiều cao xyclon (m)			Trọng lượng xyclon (kg)
						H	H ₁	H ₂	
75	20	30	10 × 30 15 × 30	20 24	8 12	305	185	48	37
150	20	45	10 ÷ 45 20 ÷ 45	24 34	12 17	695	350	110	115
250	20	90	20 × 65 30 × 65	41 50	17 24	1070	440	145	251
350	20	105	20 × 90	48	24 ; 34	1450	535	190	424
500	20	150	20 × 140	60	24 ; 34	2015	670	275	772

Tính toán xyclon thủy lực :

Công suất hữu ích của xyclon thủy lực được tính theo công thức :

$$q_x = 3600 \cdot \alpha \cdot \mu \cdot \omega \sqrt{2g\Delta h} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (3-43)$$

Trong đó :

α : Hệ số tổn thất lưu lượng do xả cận liên tục, lấy $\alpha = 0,85 \div 0,9$.

ω : Tiết diện mặt cắt ngang của đầu ống dẫn nước vào xyclon thủy lực (m^2).

Δh : Tổn thất áp lực trong xyclon thủy lực (m)

μ : Hệ số lưu lượng.

$$\mu = 0,24 \cdot \frac{d_1}{d_v}$$

d_t : Đường kính tương đương của ống thu nước ra đặt đồng trục trên đỉnh xyclon (m).

d_v : Đường kính tương đương của miệng ống đưa nước vào xyclon thủy lực (m).

Số lượng xyclon thủy lực là :

$$n = \frac{Q}{q_x}$$

Ở đây : Q : Công suất trạm xử lý (m^3/h)

q_x : Công suất hữu ích của xyclon thủy lực.

Ví dụ (3-6) : Tính xyclon thủy lực cho trạm xử lý có công suất $4800 m^3/ngày\ đêm$. Hiệu quả lắng tương ứng với việc loại trừ hạt cặn có độ lớn thủy lực $U_o = 0,3 mm/s$.

Giải :

Công suất hữu ích của xyclon thủy lực xác định theo công thức (3-43) :

$$q_x = 3600 \cdot \alpha \cdot \mu \cdot \omega \sqrt{2g\Delta h} \quad (m^3/h).$$

Theo biểu đồ hình (3-19) chọn đường kính của xyclon thủy lực là : $D = 75 mm$, ứng với $U_o = 0,3 mm/s$ tổn thất áp lực $\Delta h = 13m$.

Hệ số lưu lượng : $\mu = 0,24 \frac{d_t}{d_v}$

Căn cứ vào bảng (3-6) ta tra được : $d_t = 30 mm$

$$d_v = 20 mm.$$

Vậy : $\mu = 0,24 \cdot \frac{30}{20} = 0,36$

Cũng theo bảng (3-6), ta được kích thước lỗ đưa nước vào là :

$$10 \times 30mm.$$

Vậy : $\omega = 10 \times 30 = 300 mm^2 = 0,0003m^2$.

Chọn hệ số tổn thất lưu lượng do xả cặn $\alpha = 0,9$ (quy phạm $\alpha = 0,85 \div 0,9$).

Thay các trị số vào công thức (3-43) ta được :

$$q_x = 3600 \cdot 0,9 \cdot 0,36 \cdot 0,003 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 13} = 5,6 m^3/h$$

Số xyclon thủy lực cần thiết là :

Với $Q = 4800 m^3/ngày\ đêm = 200 m^3/h$.

$$n = \frac{Q}{q_x} = \frac{200}{5,6} = 38 \text{ xyclon thủy lực.}$$

Với xyclon thủy lực $D = 75 mm$, tra bảng (3-6) sẽ xác định được các kích thước cần thiết.

2.7. Công trình lắng sơ bộ

Các công trình lắng sơ bộ dùng trong trường hợp nước nguồn có nhiều cặn (lớn hơn $2500 mg/l$), để lắng bớt những cặn nặng gây khó khăn cho việc xả cặn, giảm bớt dung tích vùng chứa cặn của bể lắng và giảm liều lượng chất phản ứng.

Có thể dùng các công trình lắng sơ bộ như : bể lắng ngang sơ bộ, hồ lắng tự nhiên hay kết hợp mương dẫn nước từ sông vào trạm bơm cấp I để làm công trình lắng sơ bộ.

Bể lắng ngang sơ bộ :

Khi dùng bể lắng ngang để sơ lắng thì lấy tốc độ lắng cận từ $0,5 + 0,6\text{m/s}$. Các chi tiết tính toán và thiết bị giống như bể lắng ngang thu nước ở cuối.

Kết cấu bể lắng ngang để lắng sơ bộ có thể làm bằng bê tông cốt thép, gạch hay đất đắp nổi, nửa nổi nửa chìm hay đào sâu dưới mặt đất. Khi làm bằng đất cần phải có biện pháp chống thấm, đảm bảo điều kiện thau rửa thuận tiện, chống xói lở và bảo vệ vệ sinh công trình.

Hồ lắng tự nhiên :

Khi dùng hồ lắng tự nhiên để lắng nước sơ bộ không dùng chất phản ứng thì lấy chiều sâu hồ từ $1,5 + 3,5\text{m}$. Thời gian nước lưu lại trong hồ từ $2 + 7$ ngày (trị số lớn dùng cho nước có độ màu cao). Tốc độ dòng nước trong hồ lấy không quá 1mm/s .

Cần dự kiến từ 4 tháng đến 1 năm tháo rửa hồ 1 lần và phải có biện pháp cũng như thiết bị để tháo rửa hồ như : chia hồ làm 2 ngăn xả riêng biệt, lắp đặt bơm hút bùn và đường ống hút bùn. Bờ hồ phải cao hơn mặt đất bên ngoài $0,5\text{m}$. Miệng hút phải cao hơn mặt bùn dự kiến cao nhất $0,5\text{m}$.

Kết cấu hồ lắng tự nhiên bằng đất đắp, có thể nửa nổi nửa chìm hay đào sâu dưới mặt đất và phải đảm bảo điều kiện thau rửa, chống xói lở và vệ sinh cho công trình.

Chương IV

LỌC NƯỚC

I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ QUÁ TRÌNH LỌC NƯỚC

Quá trình lọc nước là cho nước đi qua lớp vật liệu lọc với một chiều dày nhất định đủ để giữ lại trên bề mặt hoặc giữa các khe hở của lớp vật liệu lọc các hạt cặn và vi trùng có trong nước. Trong dây chuyền xử lý nước ăn uống sinh hoạt, lọc là giai đoạn cuối cùng để làm trong nước triệt để. Hàm lượng cặn còn lại trong nước sau khi qua bể lọc phải đạt tiêu chuẩn cho phép (nhỏ hơn hoặc bằng 3 mg/l). Sau một thời gian làm việc, lớp vật liệu lọc bị chít lại, làm tốc độ lọc giảm dần. Để khôi phục lại khả năng làm việc của bể lọc, phải thổi rửa bể lọc bằng nước hoặc gió, nước kết hợp để loại bỏ cặn bẩn ra khỏi lớp vật liệu lọc. Bể lọc luôn luôn phải hoàn nguyên. Chính vì vậy quá trình lọc nước được đặc trưng bởi hai thông số cơ bản là : tốc độ lọc và chu kì lọc.

Tốc độ lọc là lượng nước được lọc qua một đơn vị diện tích bề mặt của bể lọc trong một đơn vị thời gian. (m/h).

Chu kì lọc là khoảng thời gian giữa hai lần rửa bể lọc T (h).

1.1. Phân loại bể lọc

Để thực hiện quá trình lọc nước có thể sử dụng một số loại bể lọc có nguyên tắc làm việc, cấu tạo lớp vật liệu lọc và thông số vận hành khác nhau, cơ bản có thể chia ra các loại bể lọc sau :

a. Theo tốc độ lọc chia ra :

Bể lọc chậm : có tốc độ lọc $0,1 \div 0,5 \text{ m/h}$.

Bể lọc nhanh : có tốc độ lọc $5 \div 15 \text{ m/h}$.

Bể lọc cao tốc : có tốc độ lọc $36 \div 100 \text{ m/h}$.

b. Theo chế độ dòng chảy chia ra :

Bể lọc trọng lực : là bể lọc hở, không áp

Bể lọc áp lực : là bể lọc kín, quá trình lọc xảy ra nhờ áp lực nước phía trên lớp vật liệu lọc.

c. Theo chiều của dòng nước chia ra :

Bể lọc xuôi : là bể lọc cho nước chảy qua lớp vật liệu lọc từ trên xuống như : bể lọc chậm, bể lọc nhanh phổ thông...

Bể lọc ngược : nước chảy qua lớp vật liệu lọc từ dưới lên như : bể lọc tiếp xúc.

Bể lọc hai chiều : nước chảy qua lớp vật liệu lọc theo cả hai chiều từ trên xuống, từ dưới lên và thu nước ở giữa như : Bể lọc AKX.

d. Theo số lượng lớp vật liệu lọc chia ra :

Bể lọc một lớp vật liệu lọc

Bể lọc hai hay nhiều lớp vật liệu lọc.

e. Theo cỡ hạt vật liệu lọc chia ra : (tính theo lớp trên cùng)

Bể lọc có cỡ hạt nhỏ : $d < 0,4 \text{ mm}$.

Bể lọc có cỡ hạt vừa : $d = 0,4 \div 0,8 \text{ mm}$.

Bể lọc có cỡ hạt thô : $d > 0,8 \text{ mm}$.

g. Theo cấu tạo lớp vật liệu lọc chia ra :

Bể lọc có vật liệu lọc ở dạng hạt

Bể lọc lưới : Nước lọc đi qua lưới lọc kim loại hoặc vật liệu xốp...

Bể lọc có màng lọc : nước lọc đi qua màng lọc được tạo thành trên bề mặt lưới đỡ hoặc lớp vật liệu rỗng.

1.2. Vật liệu lọc

(Trọng tâm là vật liệu lọc ở dạng hạt).

Vật liệu lọc là bộ phận cơ bản của các bể lọc, nó đem lại hiệu quả làm việc và tính kinh tế của quá trình lọc. Vật liệu lọc hiện nay được dùng phổ biến nhất là cát thạch anh tự nhiên. Ngoài ra có thể sử dụng một số loại vật liệu lọc khác như : cát thạch anh nghiền, đá hoa nghiền, than antraxit (than gầy), pôlime... Các vật liệu dùng để lọc nước cần phải thỏa mãn các yêu cầu sau : có thành phần cấp phối thích hợp, đảm bảo đồng nhất, có độ bền cơ học cao, ổn định về hóa học. Trong đó các yêu cầu về cấp phối và sự đồng nhất của vật liệu lọc có ảnh hưởng trực tiếp đến sự làm việc của bể lọc. Để xác định cấp phối và cỡ hạt theo yêu cầu, người ta dùng phương pháp sàng vật liệu lọc qua một bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước mắt sàng to, nhỏ khác nhau. Cỡ của mắt sàng được xác định bằng thực nghiệm theo kích thước đặc trưng của các loại vật liệu lọc khác nhau. Từ đó tìm ra các bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước cỡ mắt sàng chênh lệch nhau không quá 0,25 mm. Cách thức xác định như sau : lấy 300 gam vật liệu lọc, đem rửa sạch, phơi khô rồi sấy ở nhiệt độ 110°C cho tới khi có trọng lượng không đổi. Cân lấy 200 gam và đem lọc qua bộ sàng tiêu chuẩn. Cân số hạt bị giữ lại trên mỗi lớp sàng và lập bảng tính tỉ lệ theo trọng lượng hạt còn lại trên tổng trọng lượng mẫu.

Bảng 4-1 : Kết quả phân tích sàng

Cỡ sàng tiêu chuẩn (mm)	Còn lại trên sàng		Lọt qua sàng	
	g	%	g	%
0,25	18	9	2	1
0,41	12	6	20	10
.....				,
.....				,

Từ kết quả trên bảng (4-1), lập biểu đồ thành phần hạt của vật liệu lọc hình (4-1). Dựa vào biểu đồ, xác định được các kích thước đặc trưng của vật liệu lọc.

Đường kính tương đương của vật liệu lọc tính theo công thức :

$$d_{td} = \frac{100}{\frac{P_1}{d_1} + \frac{P_2}{d_2} + \dots + \frac{P_n}{d_n}} = \frac{100}{\sum \frac{P_i}{d_i}} \quad (\text{mm}) \quad (4-1)$$

Trong đó :

P_i : Tỷ lệ theo phần trăm số hạt còn lại trên sàng có đường kính lớn hơn hoặc bằng kích thước mắt sàng tương ứng d_i (lấy theo bảng 4-1)

Hệ số không đồng nhất về kích thước của vật liệu lọc tính theo công thức :

$$K = \frac{d_{80}}{d_{10}} \quad (4-2)$$

Trong đó :

d_{80} ; d_{10} : Kích thước cỡ sàng để lọt qua 80% và 10% tổng số hạt (tra theo biểu đồ hình 4-1).

Độ bền cơ học là chỉ tiêu quan trọng để xác định độ ổn định của thành phần hạt. Vật liệu lọc có độ bền không đạt yêu cầu khi rửa, các hạt sẽ bị xáo trộn, va đập vào nhau và sẽ bị bào mòn hoặc vỡ vụn, làm thay đổi thành phần hạt. Khi rửa lọc các mảnh vụn sẽ dồn lên trên mặt lớp vật liệu lọc làm tăng tổn thất của lớp vật liệu lọc rút ngắn chu kì lọc. Ngoài ra các mảnh vụn quá nhỏ sẽ bị cuốn theo nước rửa ra ngoài làm giảm dần chiều dày lớp lọc và ảnh hưởng đến chất lượng nước lọc.

Độ bền hóa học đối với tính xâm thực của nước thiên nhiên của lớp vật liệu lọc cần phải đạt yêu cầu, để tránh hiện tượng làm nhiễm bẩn lại nước đã lọc do các chất hòa tan từ vật liệu lọc bị ăn mòn trôi ra. Trong thực tế sử dụng cát thạch anh và than antraxit đảm bảo độ bền hóa học theo yêu cầu.

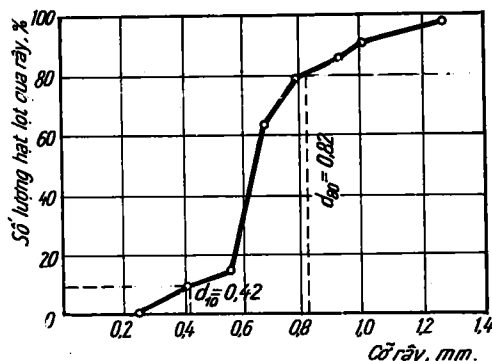
Sau đây ta sẽ lần lượt nghiên cứu từng loại bể lọc

II. BỂ LỌC CHẬM

2.1. Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc

Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc của bể lọc chậm được giới thiệu trên hình (4-2).

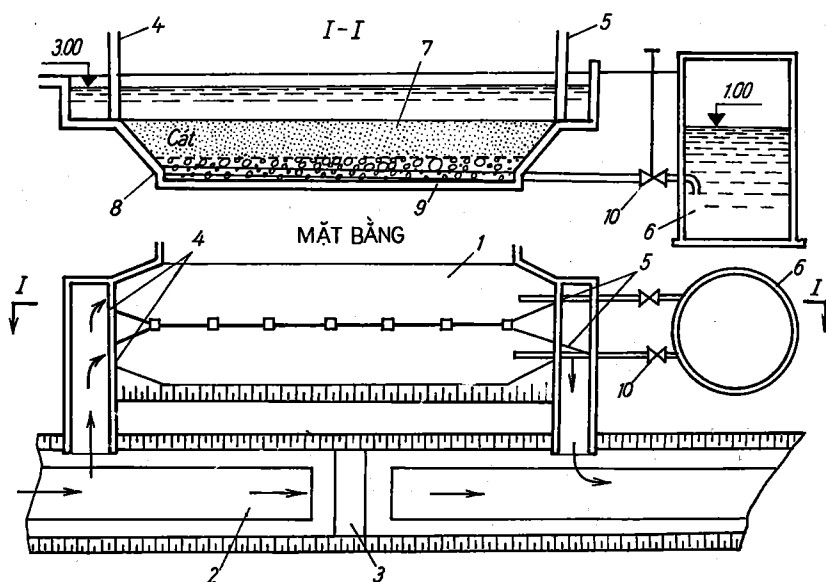
Nước từ máng phân phối đi vào bể qua lớp cát lọc với vận tốc rất nhỏ (0,1 ÷ 0,5 m/h). Lớp cát lọc được đổ trên lớp sỏi đỡ, dưới lớp sỏi đỡ là hệ thống thu nước đã lọc đưa sang bể chứa. Lớp cát lọc thường là cát thạch anh có chiều dày, kích thước cỡ hạt tương ứng và cấu tạo lớp sỏi đỡ được ghi trong bảng (4-2).



Hình 4-1 : Biểu đồ thành phần vật liệu lọc qua sàng

Bảng 4-2 : Cấu tạo lớp cát lọc và lớp sỏi đỡ trong bể lọc chậm
(Theo TCXD - 33 : 1985)

Số TT	Tên lớp vật liệu lọc và lớp đỡ	Cỡ hạt của vật liệu (mm)	Chiều dày lớp vật liệu (mm)
1	Cát thạch anh	$0,3 \div 1$	800
2	Cát thạch anh	$1 \div 2$	50
3	Sỏi hoặc đá dăm	$2 \div 5$	100
4	Sỏi hoặc đá dăm	$5 \div 10$	100
5	Sỏi hoặc đá dăm	$10 \div 20$	100
6	Sỏi hoặc đá dăm	$20 \div 40$	150
Tổng cộng			1.300



Hình 4-2 : Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc của bể lọc chậm
1- Bể lọc ; 2- Nguồn nước ; 3- Đập lấy nước ; 4- Cửa đưa nước vào ;
5- Cửa thu nước rửa ; 6- Bể chứa nước sạch ; 7- Cát lọc ; 8- Sỏi đỡ ;
9- Sàn thu nước ; 10- Van điều chỉnh tốc độ lọc.

Hệ thống thu nước lọc của bể chọn theo diện tích mặt bằng của bể. Khi bể lọc chậm có diện tích từ $10 \div 15m^2$, phải thu nước trong bằng máng đặt chìm dưới đáy bể. Khi bể lọc có diện tích lớn hơn $15m^2$, phải có hệ thống thu nước bằng ống đục lỗ bằng gạch hoặc ống bê tông có khe hở, ống bê tông rỗng...

Lớp nước trên mặt cát lọc phải lấy bằng $1,5m$. Khi bể lọc có mái che, khoảng cách từ mặt cát lọc đến mái phải lấy đủ để đảm bảo việc rửa và thay thế cát lọc.

Khi cho nước đi qua lớp vật liệu lọc với vận tốc nhỏ ($0,1 \div 0,3 m/h$), thì trên bề mặt cát sẽ dần dần hình thành màng lọc. Nhờ có màng lọc mà hiệu quả xử lý đạt được rất cao, $95 \div 99\%$ cặn bẩn và vi trùng có trong nước bị giữ lại trên lớp màng lọc. Ngoài ra bể lọc chậm dùng để xử lý nước không dùng phèn, không đòi hỏi sử dụng nhiều máy móc, thiết bị phức tạp, quản lý và vận hành đơn giản. Nhược điểm chính của bể lọc chậm là diện tích lớn do

vận tốc lọc nhỏ, khó cơ khí hóa và tự động hóa quá trình rửa lọc vì vậy phải quản lý bằng thủ công nặng nhọc. Vì vậy bể lọc chậm thường áp dụng cho các nhà máy nước có công suất đến $1000 \text{ m}^3/\text{ngày}$ với hàm lượng cặn đến 50 mg/l và độ màu đến 50° khi phục hồi bể phải lấy cát ra rửa. Khi phục hồi không phải lấy cát ra (xới bằng cơ khí và rửa bằng nước) thì có thể sử dụng cho các nhà máy nước công suất đến $30.000 \text{ m}^3/\text{ngày}$ đêm với hàm lượng cặn đến 700 mg/l và độ màu đến 50° .

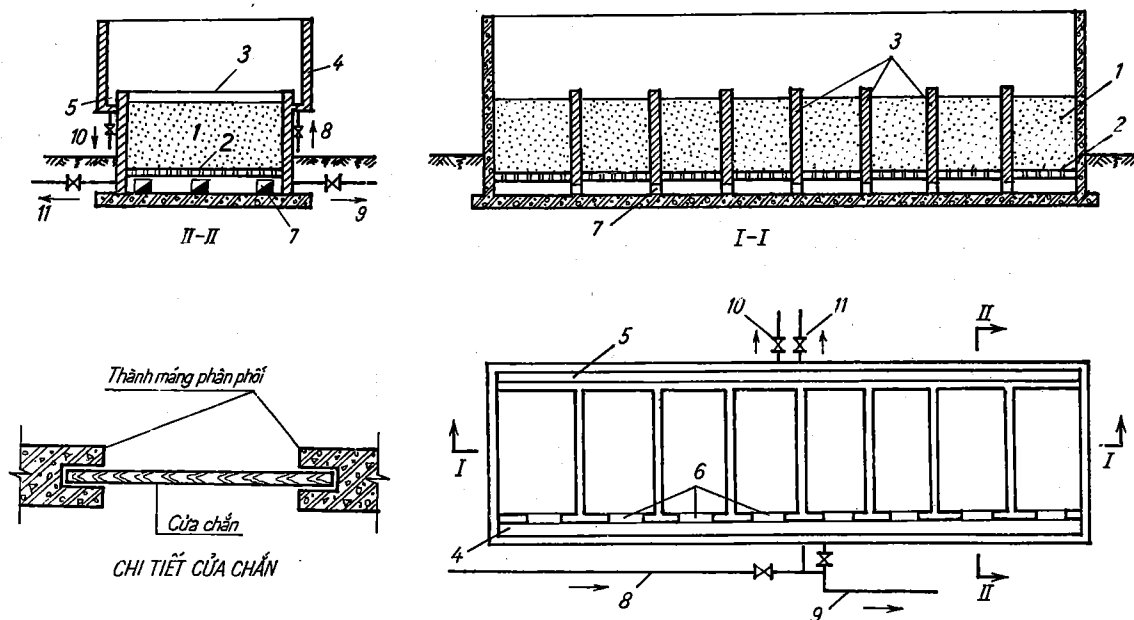
Bể lọc chậm có dạng hình chữ nhật hoặc vuông, bề rộng mỗi ngăn của bể không được lớn hơn 6 m và bề dài không lớn hơn 60 m . Số bể lọc chậm không được ít hơn 2. Bể lọc chậm có thể xây gạch, hoặc làm bằng bê tông cốt thép. Đáy bể thường có độ dốc 5% về phía van xả đáy. Khi có nhiều bể phải có hệ thống máng phân phối để đảm bảo phân phối nước đều vào mỗi bể lọc.

2.2. Rửa bể lọc chậm

Bể lọc chậm có thể rửa bằng thủ công hoặc bán cơ giới.

Rửa bằng thủ công : để cho nước lọc rút xuống dưới mặt cát lọc khoảng 20 cm , dùng xẻng xúc một lớp cát trên bề mặt dày khoảng $2 \div 3 \text{ cm}$, đem đi rửa, phơi khô cất đi. Sau khoảng $10 \div 15$ lần rửa, chiều dày lớp cát lọc còn lại khoảng $0,6 \div 0,7 \text{ m}$ thì xúc toàn bộ số cát còn lại đem rửa và thay cát sạch vào đúng bằng chiều dày thiết kế.

Rửa bằng bán cơ giới : khi đó cấu tạo của bể lọc chậm như sau : chia bể lọc theo chiều dọc thành những ngăn rộng khoảng nhỏ hơn hoặc bằng 2 m bằng những vách ngăn cao hơn mặt cát lọc 20 cm . Phía máng thu nước rửa lọc, làm những cửa thu cao hơn mặt cát lọc 10 cm . Khi rửa cho nước vào máng phân phối với cường độ $1 \div 2 \text{ l/s.m}^2$. Khi nước chuyển động từ máng phân phối nước rửa lọc vào máng thu thì sẽ rửa bề mặt lớp cát lọc bằng cào khuấy. Cặn theo đường nước cuốn vào máng thu ở cuối bể. Cấu tạo như vậy sẽ bớt khó khăn và giảm thời gian rửa bể lọc (hình 4-3)



Hình 4-3 : Sơ đồ rửa bể lọc chậm bằng bán cơ giới

- 1- Cát lọc ; 2- Sàn rút nước ; 3- Tường ngăn ; 4- Máng phân phối ;
5- Máng thu nước rửa ; 6- Cửa chắn ; 7- Cửa thông các ngăn ; 8- Nước vào bể ;
9- Nước đã lọc vào bể chứa ; 10- Tháo nước rửa bể ; 11- Xả khô bể.

Quản lý vận hành : trước khi cho bể vào làm việc, phải đưa nước vào bể qua ống thu nước ở dưới và dâng dần lên, nhằm dẫn hết không khí ra khỏi lớp cát lọc. Khi mực nước dâng lên trên mặt lớp cát lọc từ 20 ÷ 30cm thì ngừng lại và mở van cho nước nguồn vào bể đến ngang cao độ thiết kế. Mở van điều chỉnh tốc độ lọc và điều chỉnh cho bể lọc làm việc đúng tốc độ tính toán. Trong quá trình làm việc, tổn thất qua bể lọc tăng dần lên, hàng ngày phải điều chỉnh van thu nước một vài lần để đảm bảo tốc độ lọc ổn định. Khi tổn thất áp lực đạt đến trị số giới hạn (1 ÷ 2m) thì ngừng vận hành để rửa bể.

2.3. Tính toán bể lọc chậm

Diện tích bề mặt bể lọc chậm tính theo công thức :

$$F = \frac{Q}{v} \text{ (m}^2\text{)} \quad (4-3)$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng nước xử lý (m³/h)

v : Tốc độ lọc (m/h)

Tốc độ lọc lấy theo hàm lượng cặn của nước nguồn, lấy theo bảng (4-3).

Thông thường, để luân phiên rửa cặn người ta thường chia diện tích lọc thành nhiều bể.

Sơ bộ có thể chọn số bể theo công thức sau :

$$\left(\frac{N}{N-1} \right) v \leq v_{lc} \quad (4-4)$$

Trong đó

N : Số bể lọc

v_{lc} : Tốc độ làm việc của bể khi có 1 ngăn ngừng làm việc để rửa hoặc sửa chữa.

Tốc độ lọc tăng cường lấy theo bảng 4-3.

Bảng 4-3 : Tốc độ lọc trong bể lọc chậm

Hàm lượng cặn của nước nguồn đưa vào bể (mg/l)	Tốc độ lọc (m/h)	
	Khi bể làm việc bình thường (v)	Khi bể làm việc tăng cường (v_{lc})
Đến 25	0,3 ÷ 0,4	0,4 ÷ 0,5
Lớn hơn 25	0,2 ÷ 0,3	0,3 ÷ 0,4
Khi xử lý nước ngầm	0,5	0,6

Chiều cao toàn phần của bể lọc xác định theo công thức

$$H = h_t + h_d + h_c + h_n + h_p \text{ (m)} \quad (4-5)$$

Trong đó :

h_t : Chiều dày lớp sàn đáy thu nước lọc từ 0,3 ÷ 0,5m

h_d : Chiều dày lớp sỏi đỡ (m), lấy theo bảng (4-2)

h_c : Chiều dày lớp cát lọc (m), lấy theo bảng (4-2)

h_n : Chiều cao lớp nước (m), (0,8 ÷ 1,8m), thường lấy 1,5m

h_p : Chiều cao dự phòng (m) ; 0,3 ÷ 0,5m.

Cường độ rửa lọc có thể xác định như sau :

$$q_r = \frac{q_0 \cdot \sum n}{3,6} \text{ (l/s.m}^2\text{)} \quad (4-6)$$

Trong đó :

q_0 : lượng nước lọc qua 1m² bể trong 1 giờ (m³/m².h)

$\sum n$: Tổng số ngăn tập trung nước để rửa

Cường độ rửa tính được phải nằm trong giới hạn :

$$q_r = 1 \div 2 \text{ l/s.m}^2$$

Dung tích nước cho một lần rửa 1 ngăn lọc :

$$W_r = \frac{q_r \cdot f_n \cdot t_r}{1000} \text{ (m}^3\text{)} \quad (4-7)$$

Trong đó :

f_n : diện tích một ngăn cần rửa (m²)

$$f_n = \frac{b}{n} \cdot l \text{ (m}^2\text{)}$$

b : Chiều rộng 1 bể (m)

l : Chiều dài bể (m)

n : Số ngăn trong 1 bể.

t_r : Thời gian rửa 1 ngăn lọc (giây)

$t_r = 10 \div 20 \text{ phút} = 600 \div 1200 \text{ giây.}$

Ví dụ (4-1) : Tính bể lọc chậm cho trạm xử lý có công suất 1000m³/ngày đêm = 41,6m³/h.

Hàm lượng cặn của nước nguồn là 50 mg/l.

Giải : Tổng diện tích bề mặt của bể lọc :

$$F = \frac{Q}{v} = \frac{41,6}{0,3} = 139\text{m}^2$$

(ứng với hàm lượng cặn của nước nguồn là 50 mg/l, chọn $v = 0,3 \text{ m/s}$ theo bảng 4-3.

Sơ bộ chọn số bể lọc $N = 4$, ta có :

$$\left(\frac{N}{N-1} \right) \cdot v = \left(\frac{4}{4-1} \right) \cdot 0,3 = 0,4 \text{ m/h} = v_{l/c}$$

Diện tích một bể là : $f_b = \frac{F}{N} = \frac{139}{4} = 35\text{m}^2$

Chọn kích thước một bể là : $b \times l = 5 \times 7\text{m}$

Hệ thống thu nước lọc dùng ống khoan lỗ. Biện pháp rửa lọc là bán cơ giới.

Chiều cao toàn phần của bể lọc là :

$$H = h_1 + h_d + h_c + h_n + h_p \text{ (m)} = 0,3 + 0,45 + 0,85 + 1,5 + 0,3 = 3,4\text{m}$$

Có thể bố trí để thành 2 dãy đối xứng nhau, mỗi dãy 2 bể. Để phục vụ cho việc rửa bán cơ giới, chia mỗi bể làm 3 ngăn. Mỗi lần chỉ rửa 1 ngăn.

Cường độ rửa lọc sẽ là :

$$q_r = \frac{q_o \cdot \sum n}{3,6} = \frac{0,3 \cdot 12}{3,6} = 1,0 \text{ l/s.m}^2 \text{ nằm trong giới hạn cho phép}$$

Dung tích nước cho 1 lần rửa lọc là :

$$W_r = \frac{q_r \cdot f_n \cdot t_r}{1000} \text{ (m}^3\text{)}$$

$$f_n = \frac{b}{n} \cdot l = \frac{5}{3} \cdot 7 = 11,7\text{m}^2 ; t_r = 15' = 900 \text{ giây}$$

$$\text{Vậy : } W_r = \frac{1,0 \cdot 11,7 \cdot 900}{1000} = 10,5\text{m}^3$$

III. BỂ LỌC NHANH PHỔ THÔNG (gọi tắt là bể lọc nhanh)

Theo nguyên tắc cấu tạo và hoạt động, bể lọc nhanh bao gồm bể lọc một chiều và bể lọc hai chiều. Trong bể lọc một chiều gồm 1 lớp vật liệu lọc hoặc hai hay nhiều lớp vật liệu lọc. Trong mục này, giới thiệu bể lọc nhanh phổ thông, là loại bể lọc nhanh một chiều, dòng nước lọc đi từ trên xuống dưới, có một lớp vật liệu lọc là cát thạch anh và là lọc trọng lực. Bể lọc nhanh phổ thông được sử dụng trong dây chuyền xử lý nước mặt có dùng chất keo tụ hay trong dây chuyền khử sắt của nước ngầm.

3.1. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc của bể lọc nhanh

Trên hình 4-4 giới thiệu bể lọc nhanh trọng lực.

Khi lọc : Nước được dẫn từ bể lắng sang, qua máng phân phối vào bể lọc, qua lớp vật liệu lọc, lớp sỏi đỡ vào hệ thống thu nước trong và được đưa về bể chứa nước sạch.

Khi rửa : Nước rửa do bơm hoặc đài nước cung cấp, qua hệ thống phân phối nước rửa lọc, qua lớp sỏi đỡ, lớp vật liệu lọc và kéo theo cặn bẩn tràn vào máng thu nước rửa, thu về máng tập trung, rồi được xả ra ngoài theo mương thoát nước. Quá trình rửa được tiến hành đến khi nước rửa hết đục thì ngừng rửa.

Sau khi rửa, nước được đưa vào bể đến mực nước thiết kế, rồi cho bể làm việc. Do cát mới rửa chưa được sắp xếp lại, độ rỗng lớn, nên chất lượng nước lọc ngay sau khi rửa chưa đảm bảo, phải xả nước lọc đầu, không đưa ngay vào bể chứa. Thời gian xả nước lọc đầu quy định là 10 phút.

Hiệu quả làm việc của bể lọc phụ thuộc vào chu kì công tác của bể lọc, tức là phụ thuộc vào khoảng thời gian giữa 2 lần rửa bể. Chu kì công tác của bể lọc dài hay ngắn phụ thuộc vào chất lượng nước lọc và trị số tổn thất áp lực ở bể lọc.

Ở đầu chu kì lọc, do tổn thất áp lực qua lớp vật liệu lọc nhỏ, nên tốc độ lọc lớn, ngược lại ở cuối chu kì lọc, tổn thất áp lực qua lớp vật liệu lọc lớn, nên tốc độ lọc nhỏ. Trên thực

tế để thuận tiện cho việc quản lí và chọn chế độ bơm nước vào bể lọc, bể lọc thường được thiết kế với tốc độ lọc cố định trong suốt thời gian lọc.

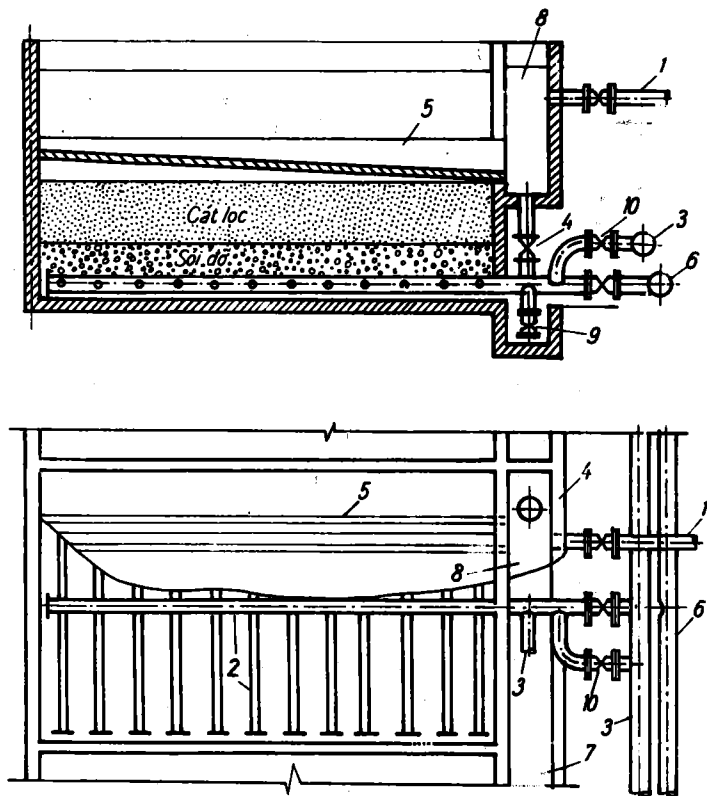
Lọc nước là một quá trình rất phức tạp, để xác định được các thông số của bể lọc một cách hợp lí, cần xét cơ sở lí thuyết của lọc động học và quy luật làm trong nước khi lọc.

3.2. Động học của quá trình lọc nhanh

Ở các bể lọc nhanh, nước đi qua lớp vật liệu lọc với tốc độ tương đối lớn, nên sức dính kết của nhiều hạt cặn không đủ để giữ chúng lại trên bề mặt cát lọc. Dưới tác dụng của áp lực thủy động, hạt cặn bị đẩy sâu dần vào trong lớp cát lọc. Như vậy hiệu quả lọc là kết quả của hai quá trình ngược nhau : quá trình kết bám của các hạt cặn có trong nước lên bề mặt hạt lọc và quá trình tách cặn bẩn từ bề mặt hạt lọc đưa vào lớp cát lọc phía dưới. Hai quá trình này diễn ra đồng thời và lan dần theo chiều sâu lớp vật liệu lọc.

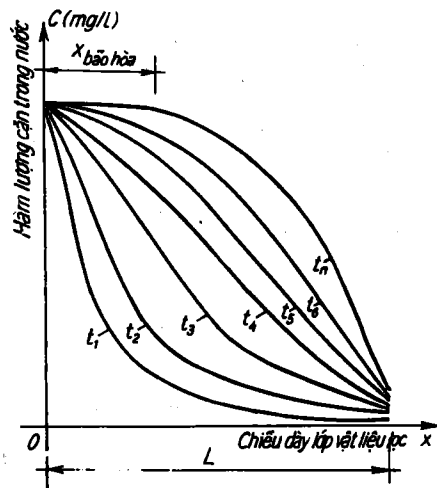
Dùng đồ thị để biểu diễn quá trình phân bố cặn theo thời gian và theo chiều dày lớp vật liệu lọc. Mỗi đường cong thể hiện hàm lượng cặn ở một thời điểm khác nhau : $t_1 < t_2 < \dots < t_n$.

Ứng với những thời điểm ban đầu, các đường cong cho thấy hàm lượng cặn trong nước giảm rất nhanh theo chiều dày lớp cát lọc. Đa số cặn bẩn bị giữ lại ngay ở các lớp trên cùng, lúc này quá trình kết bám cặn diễn ra là chủ



Hình 4-4 : Bể lọc nhanh trọng lực

- 1- Ống dẫn nước từ bể lắng sang ; 2- Hệ thống thu nước lọc và phân phối nước rửa lọc ; 3- Ống dẫn nước lọc ; 4- Ống xả nước rửa lọc ; 5- Máng phân phối nước lọc và thu nước rửa lọc ; 6- Ống dẫn nước rửa lọc ; 7- Mương thoát nước ; 8- Máng phân phối nước lọc ; 9- Ống xả nước lọc đầu ; 10- Van điều chỉnh tốc độ lọc ;



yếu. Ở những thời điểm sau, đa số các hạt cặn bị đẩy sâu vào lớp vật liệu lọc ở phía dưới, chứng tỏ lúc đó các hạt cặn không còn khả năng kết bám lên bề mặt hạt lọc. Chiều dày của lớp bão hòa cặn tăng lên đến khi xấp xỉ bằng chiều dày lớp cát lọc, thì lớp vật liệu lọc không còn khả năng giữ cặn nữa. Có bao nhiêu cặn đi vào lớp vật liệu lọc, thì có bấy nhiêu cặn ra khỏi lớp vật liệu lọc.

Nếu biểu diễn sự thay đổi hàm lượng cặn theo thời gian và theo chiều dày lớp cát lọc lên đồ thị quan hệ giữa hàm lượng cặn còn lại trong nước sau khi lọc và thời gian lọc, ta sẽ nhận được đường biểu diễn hàm lượng cặn còn lại trong nước.

Trong một khoảng thời gian nào đó, hàm lượng cặn còn lại trong nước sau khi lọc không thay đổi và nằm trong giới hạn cho phép ($C_{\text{còn lại}} \leq C_{\text{cho phép}}$). Thời gian làm việc đó của bể lọc gọi là thời gian lọc hiệu quả. Nhưng nếu bể lọc làm việc quá thời gian đó, hàm lượng cặn còn lại trong nước sau khi lọc sẽ tăng đột ngột và vượt quá hàm lượng cho phép. Khi đó bể lọc phải ngừng làm việc.

Như vậy thời gian làm việc hiệu quả của bể lọc là khoảng thời gian từ lúc bắt đầu lọc cho tới khi chất lượng nước lọc vượt quá giới hạn cho phép. Để xác định thời gian lọc hiệu quả chính xác, cần thiết lập phương trình vi phân của quá trình lọc nước.

Phương trình vi phân của quá trình lọc nước

Tách 1 phần tử Δx , nằm cách bề mặt lớp vật liệu lọc 1 khoảng là x và giới hạn bởi hai tiết diện 1-1 và 2-2. Tại một thời điểm nhất định, nồng độ cặn tại tiết diện 1-1 là C_1 và nồng độ cặn tại tiết diện 2-2 là C_2 .

Sự biến thiên nồng độ cặn qua đoạn Δx sẽ là :

$$\Delta C = -(C_2 - C_1) = \frac{\partial C}{\partial x} \Delta x$$

Hàm lượng cặn bị giữ lại trong phần tử Δx trong một đơn vị thời gian sẽ là :

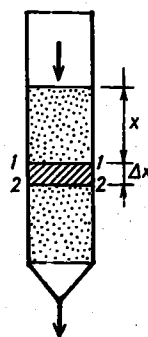
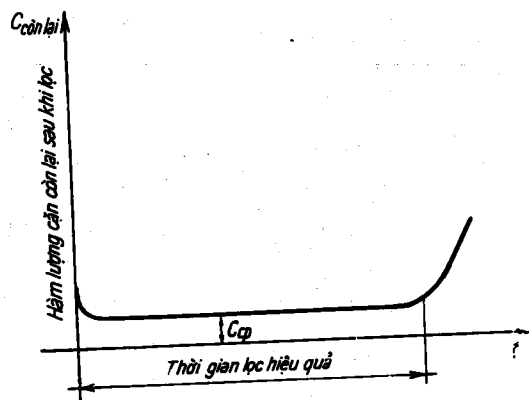
$$\Delta G = v \Delta C = -v \frac{\partial C}{\partial x} \Delta x \quad (4-9)$$

Nếu biểu thị hàm lượng cặn bị giữ lại trong một đơn vị thể tích cát lọc là ρ , sau mỗi khoảng thời gian, lượng cặn bị giữ lại là :

$$\Delta G = \frac{\partial \rho}{\partial t} \Delta x \quad (4-10)$$

Sự biến thiên nồng độ cặn trong phần tử Δx là tổng hợp của hai quá trình : kết bám và tách cặn xảy ra đồng thời trên bề mặt hạt lọc, nên có thể viết :

$$\Delta C = \Delta C_1 - \Delta C_2 \quad (4-11)$$



Trong đó :

ΔC_1 : Độ giảm nồng độ cặn do tác dụng kết dính

ΔC_2 : Độ tăng nồng độ cặn do quá trình tách cặn

$$\Delta C_1 = bC\Delta x$$

$$\Delta C_2 = a \frac{\rho \Delta x}{v}$$

Trong công thức này a và b là hệ số cường độ kết dính và tách cặn.

Thay ΔC_1 và ΔC_2 vào công thức (4-11), đồng thời thay ΔC theo công thức (4-8) ta có :

$$-\frac{\partial C}{\partial x} = bC - \frac{a}{v}\rho \quad (4-12)$$

Đây là phương trình biểu thị nguyên lý cơ bản của quá trình lọc nhanh. Từ phương trình (4-9) và (4-10) kết hợp ta được.

$$-v \frac{\partial C}{\partial x} \Delta x = \frac{\partial \rho}{\partial t} \Delta x \quad (4-13)$$

Lấy vi phân 2 vế của phương trình (4-12) kết hợp với (4-13) ta được phương trình vi phân biểu diễn mối liên hệ giữa các thông số trong quá trình lọc nước (thời gian lọc và chiều dày lớp vật liệu lọc) :

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x \partial t} + a \frac{\partial C}{\partial x} + b \frac{\partial C}{\partial t} = 0 \quad (4-14)$$

Trong thực tế, rất khó áp dụng phương trình vi phân này để xác định các thông số của quá trình lọc nước. Để đơn giản, sử dụng các chuẩn số đồng dạng với quá trình lọc lý tưởng.

Đặt $y = \frac{C}{C_0}$ (trong đó : C_0 là hàm lượng cặn trong nước bắt đầu đưa vào lớp cát lọc)

$$X = bx$$

$$T = at$$

Phương trình vi phân (4-14) có thể đưa về dạng :

$$\frac{\partial^2 y}{\partial X \partial T} + \frac{\partial y}{\partial X} + \frac{\partial y}{\partial T} = 0 \quad (4-15)$$

Phương trình (4-15) là phương trình liên hệ giữa các đại lượng không thứ nguyên và có thể đặc trưng chung cho tất cả quá trình lọc nước trong những điều kiện khác nhau. Các đại lượng biến thiên X, T là những chỉ số tương tự của quá trình lọc. Các quá trình lọc có cùng giá trị X và T thì có cùng hiệu quả lọc như nhau mặc dù có thể thực hiện ở những điều kiện khác nhau. Bằng phương pháp thực nghiệm, người ta đã xác định được :

$$X = \beta \frac{x}{v^{0,7} . d^{1,7}} \text{ và } T = \alpha \frac{tv}{d} \quad (4-16)$$

Trong đó :

β : Hệ số đặc trưng cho toàn bộ tính chất lý hóa của nước và cặn có liên quan đến quá trình kết dính

α : Hệ số đặc trưng cho toàn bộ tính chất lý hóa của nước và cặn có liên quan đến quá trình tách cặn.

Với điều kiện cùng nguồn nước và cùng loại vật liệu lọc, các hệ số α và β có giá trị bằng 1.

Vì xét ở cùng một nguồn nước, nên có thể lấy X' và T' là các chỉ số tương tự, ta có :

$$X' = \frac{x}{v^{0,7} \cdot d^{1,7}} \text{ và } T' = \frac{tv}{d} \quad (4-17)$$

Khi cho đại lượng $y = \frac{C}{C_0}$ không đổi, thì giữa X' và T' có mối quan hệ đường thẳng.

$$X' = X'_0 + KT' \quad (4-18)$$

Trong đó : $K = tg\theta$.

Thay các giá trị của X' và T' ở công thức (4-17) và (4-18), sẽ rút ra được công thức biểu thị mối quan hệ giữa thời gian lọc hiệu quả và chiều dày lớp vật liệu lọc.

$$t_h = \frac{1}{K} \left(\frac{x}{v^{0,7} \cdot d^{1,7}} - \frac{X'_0 \cdot d}{v} \right) \quad (4-19)$$

Công thức (4-19) cho phép xác định thời gian lọc hiệu quả của quá trình lọc nước qua lớp vật liệu lọc chiều dày x , đường kính hạt lọc d và tốc độ lọc v .

Qua công thức (4-19), cho thấy, t_h tăng khi x tăng, và t_h giảm khi v tăng và d tăng.

Tổn thất áp lực của quá trình lọc nhanh :

Để xác định được quy luật tăng tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc, cần nghiên cứu hai đại lượng đặc trưng cho cấu trúc hình học của lớp hạt lọc đó là :

Độ rỗng m : là tỉ lệ không gian rỗng trong một đơn vị thể tích của lớp vật liệu lọc.

$$m = \frac{W_{\text{rỗng}}}{W_{\text{tổng}}} \quad (4-20)$$

Trong đó :

$W_{\text{rỗng}}$: Thể tích tổng cộng của không gian rỗng của lớp hạt lọc

$W_{\text{tổng}}$: Thể tích toàn phần của lớp hạt lọc.

Diện tích ω : là diện tích bề mặt tổng cộng của không gian rỗng trong một đơn vị thể tích hạt lọc.

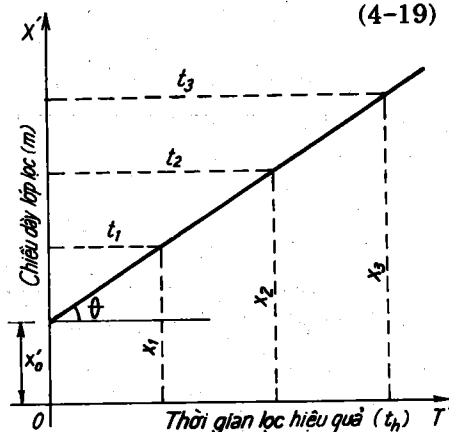
Khi lọc nước qua môi trường hạt với tốc độ lọc v , tổn thất áp lực đơn vị (hay độ dốc thủy lực) có thể xác định theo công thức :

$$i = 5,23 \cdot 10^{-3} \mu v \frac{\omega^2}{m^3} \quad (4-21)$$

Trong đó :

v : Tốc độ lọc

μ : Độ nhớt động học của nước.



Nếu kí hiệu i_0 , ω_0 , m_0 là tổn thất áp lực đơn vị, diện tích bề mặt đơn vị của tổng không gian rỗng, độ rỗng ở thời điểm ban đầu và i , ω , m tương ứng tại thời điểm đang xét.

Ta có :

$$i_0 = 5,23 \cdot 10^{-3} \mu v \frac{\omega_0^2}{m_0^3} \quad (4-22)$$

Vậy
$$\frac{i}{i_0} = \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 \cdot \left(\frac{m_0}{m} \right)^3 \quad (4-23)$$

Giả thiết rằng, trong quá trình lọc ω rất ít thay đổi và có thể coi $\omega \approx \omega_0$. Còn $m = m_0 - \Delta m$.

Trong đó : Δm : Độ thay đổi độ rỗng do cặn bị giữ lại trong lớp học.

Do đó :
$$i = i_0 \left(\frac{m_0}{m_0 - \Delta m} \right)^3 \quad (4-24)$$

Tổn thất áp lực trên toàn bộ lớp vật liệu lọc sẽ là :

$$h = \int_0^L i dx = i_0 \int_0^L \left(\frac{m_0}{m_0 - \Delta m} \right)^3 dx \quad (4-25)$$

Kí hiệu : ρ là mật độ bão hòa cặn

γ_c : trọng lượng riêng của cặn

Ta có :
$$\Delta m = \frac{\rho}{\gamma_c}$$

Thay vào công thức (4-18) được :

$$h = i_0 \int_0^L \frac{dx}{\left(1 - \frac{\rho}{m_0 \cdot \gamma_c} \right)^3} = 5,23 \cdot 10^{-3} \mu v \frac{\omega_0^2}{m_0^3} \cdot \int_0^L \frac{dx}{\left(1 - \frac{\rho}{m_0 \gamma_c} \right)^3} \quad (4-26)$$

Để giải được bài toán này rất phức tạp, nên khó áp dụng vào thực tế để tính tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc.

Nhận xét, trong công thức (4-26) chỉ có đại lượng mật độ bão hòa cặn ρ là thay đổi theo thời gian và chiều dày lớp vật liệu lọc.

Ta có :
$$\frac{\rho}{\rho_{gh}} = \phi(X, T)$$

Trong đó : ρ_{gh} : Mật độ bão hòa cặn giới hạn

Thay ρ vào công thức (4-26) ta có :

$$h = i_0 \int_0^L \frac{dx}{(1 - A \phi)^3} \quad (4-27)$$

Trong đó :
$$A = \frac{\rho_{gh}}{m_0 \cdot \gamma_c} = \frac{\Delta m_{gh}}{m_0} \quad (4-28)$$

Khi lượng cặn kết bám trong các khe rỗng đạt tới mật độ giới hạn, thì lớp cát lọc cũng đạt tới độ bão hòa giới hạn. Lúc đó :

$$\frac{\rho}{\rho_{gh}} = 1 \text{ tức là } \phi = 1$$

Theo (4-20) ta có :

$$\frac{i_{gh}}{i_o} = \frac{1}{(1-A)^3} \quad (4-29)$$

Để xác định giá trị của độ bão hòa giới hạn A, tiến hành thí nghiệm với lớp hạt lọc có chiều dày x, tổn thất áp lực ban đầu là h_o và tổn thất áp lực giới hạn là h_{gh} . Giá trị h_{gh} xác định tại thời điểm nồng độ cặn trong nước qua khỏi lớp vật liệu lọc C bằng nồng độ cặn của nước nguồn C_o . Tính $i_o = \frac{h_o}{x}$ và $i_{gh} = \frac{h_{gh}}{x}$ và thay vào (4-29) sẽ tìm được A cho mỗi nguồn nước và mỗi loại vật liệu sử dụng.

Xác định thời gian lọc hiệu quả theo tổn thất giới hạn.

Để đảm bảo cho nước lọc có chất lượng đạt yêu cầu sử dụng, chỉ nên thực hiện quá trình lọc nước trong khoảng thời gian lọc hiệu quả. Tương ứng với thời gian lọc hiệu quả (t_h) sẽ có tổn thất áp lực giới hạn (h_{gh}) và được xác định theo công thức thực nghiệm sau :

$$t_h = \frac{h_{gh} - h_o}{h_o \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} x \quad (4-30)$$

Trong đó :

$$F(A) = \frac{hb}{i_o}$$

Công thức (4-30) được xác định khi lọc nước qua lớp vật liệu lọc đồng nhất. Trong thực tế, các loại vật liệu lọc thường không có cỡ hạt đồng nhất, do đó khi tính toán phải xét đến tính không đồng nhất của lớp vật liệu lọc. Thời gian lọc hiệu quả sẽ được xác định theo công thức :

$$t_h = \varphi \cdot \frac{h_{gh} - h_o}{h_o \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} x \quad (4-31)$$

Trong đó :

φ : Hệ số không đồng nhất của lớp vật liệu lọc :

$$\varphi = \left(\frac{d_{1d}}{d_{20}} \right)^2 \quad (4-32)$$

Ở đây :

d_{1d} : Đường kính tương đương quy ước

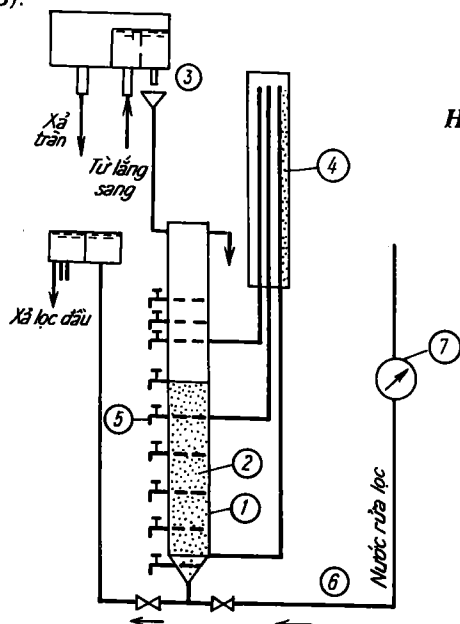
d_{20} : Đường kính trung bình của hạt lọc đầu tiên theo hướng dòng nước và có chiều dày bằng 20% tổng chiều dày lớp lọc.

Nếu dòng nước lọc đi từ trên xuống thì φ lớn hơn 1, nếu lọc từ dưới lên thì φ nhỏ hơn 1.

3.3. Phương pháp mô hình hóa - Xác định các thông số của quá trình lọc nước

Mô hình thực nghiệm : Mô hình là một ống lọc có đường kính $D = 150 \div 200\text{mm}$, có chiều cao $H = 2,5 \div 3\text{m}$. Trong ống lọc đổ 1 lớp cát thạch anh có đường kính $d = 0,7 \div 1,1\text{mm}$

với chiều dày lớp cát $L = 1,5 \div 2\text{m}$. Cấu tạo ống lọc và các thiết bị thí nghiệm được thể hiện trên hình (4-5).



Hình 4-5 : Cấu tạo ống lọc thí nghiệm và các thiết bị

- 1- Ống lọc thí nghiệm ;
- 2- Lớp cát lọc ;
- 3- Thiết bị định lượng ;
- 4- Bảng đo tổn thất áp lực ;
- 5- Các ống lấy mẫu
 $d = 2 \div 3\text{mm}$ thường
từ 6 ÷ 10 ống ;
- 6- Ống dẫn nước rửa lọc ;
- 7- Đồng hồ đo lưu lượng.

Thí nghiệm lọc và xử lý số liệu :

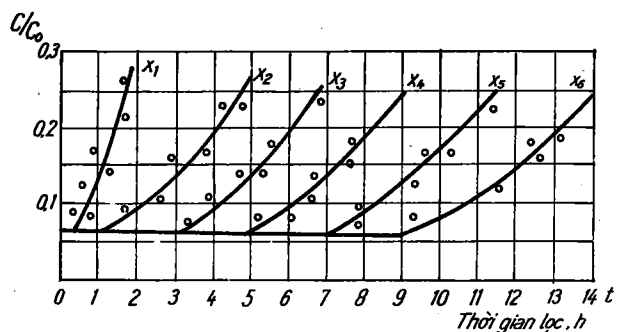
Nước đưa vào ống lọc với lưu lượng ổn định, tốc độ lọc trong ống $5 \div 10 \text{ m/h}$ và giữ không đổi trong quá trình lọc.

Ở thời điểm bắt đầu thí nghiệm và sau đó cứ $15 \div 60$ phút lấy mẫu nước ở các độ sâu khác nhau để phân tích.

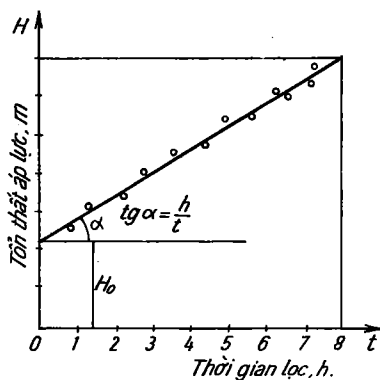
Căn cứ vào các kết quả thí nghiệm thu được, dựng biểu đồ quan hệ giữa $\frac{C}{C_0}$ và t thể hiện trên hình 4-6

(C : hàm lượng cặn xác định ở các mẫu nước ; C_0 : tổng hàm lượng cặn có trong nước thí nghiệm).

Dựng biểu đồ quan hệ giữa tổn thất áp lực h và t thể hiện trên hình 4-7.



Hình 4-6 : Biểu đồ biểu diễn hiệu quả lọc



Hình 4-7 : Biểu đồ biểu thị sự tăng tổn thất áp lực

Xác định các thông số :

Từ biểu đồ hình 4-6, có thể xác định được thời gian lọc hiệu quả ứng với các chiều dày x khác nhau của lớp vật liệu lọc. Sau đó dựng biểu đồ tương quan giữa chiều dày lớp vật liệu lọc và thời gian lọc hiệu quả thể hiện trên hình 4-8.

Từ biểu đồ hình (4-8), xác định được giá trị :

$$b = \frac{X_0}{x_0} ; \frac{a}{b} = \frac{n}{K}$$

Trong đó :

$$n = \operatorname{tg} \alpha$$

X_0 và K : tính theo công thức lí thuyết.

Từ biểu đồ hình (4-7) xác định được

$$\frac{h}{t} = \operatorname{tg} \alpha \text{ và } i_0 = \frac{h_0}{x}$$

Từ đây tính được $F(A)$ theo công thức :

$$\frac{h}{t} = \varphi \cdot i_0 F(A) \cdot \frac{a}{b} \quad (4-33)$$

Từ $F(A)$ suy ra thông số bão hòa cặn A tương ứng theo bảng 4-1.

Bảng 4-1 : Giá trị của hàm $F(A)$ theo A

A	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7
$F(A)$	0	0,35	0,82	1,55	2,7	3,7	4,7	6,7	8,7	19,0

Thí nghiệm rửa lọc :

Sau một quá trình làm việc, do sự kết bám của các hạt cặn lên bề mặt hạt lọc, nên tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc tăng lên. Khi tổn thất áp lực đạt tới một trị số giới hạn thì phải tiến hành rửa bể.

Để đạt được hiệu quả rửa lọc cao, cần thí nghiệm để xác định cường độ rửa lọc hợp lí.

Quá trình rửa lọc diễn ra như sau : đóng van trên đường ống dẫn nước vào và thu nước lọc, mở từ từ van đưa nước rửa vào bể. Trong quá trình thí nghiệm, ghi lượng nước rửa lọc đưa vào trên đồng hồ (7) và chiều cao lớp cát dâng lên ở từng giai đoạn. Quá trình rửa lọc diễn ra cho đến khi lớp cát bẩn sẽ bị xối tung lên. Từ kết quả thí nghiệm, xác định độ nở của lớp cát lọc theo công thức :

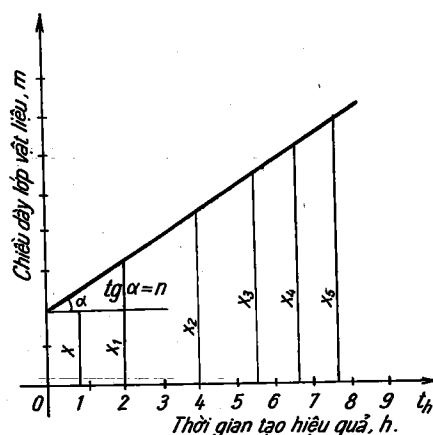
$$e_i = \frac{L_i - L_0}{L_0} \cdot 100\% \quad (4-34)$$

Trong đó :

e_i : Độ nở của lớp cát lọc ứng với cường độ rửa q_i (%)

L_i : Chiều cao lớp cát lọc ứng với cường độ rửa q_i (m)

L_0 : Chiều cao ban đầu của lớp cát lọc (m).



Hình 4-8 : Biểu đồ tương quan giữa chiều dày lớp lọc và thời gian lọc hiệu quả.

Từ đó dựng biểu đồ quan hệ giữa độ nở của lớp cát và cường độ rửa lọc W (l/sm^2) thể hiện trên biểu đồ hình (4-9).

Cường độ rửa lọc hợp lý ứng với giai đoạn tạm ngừng nở của lớp vật liệu lọc (đoạn nằm ngang của đồ thị).

3.4. Rửa bể lọc nhanh

Hiệu quả làm việc của bể lọc phụ thuộc vào kết quả của quá trình rửa lọc. Nếu rửa không sạch, bể lọc làm việc không đạt kết quả mong muốn, chu kì làm việc của bể bị rút ngắn.

Để rửa bể lọc nhanh có thể dùng hai phương pháp :

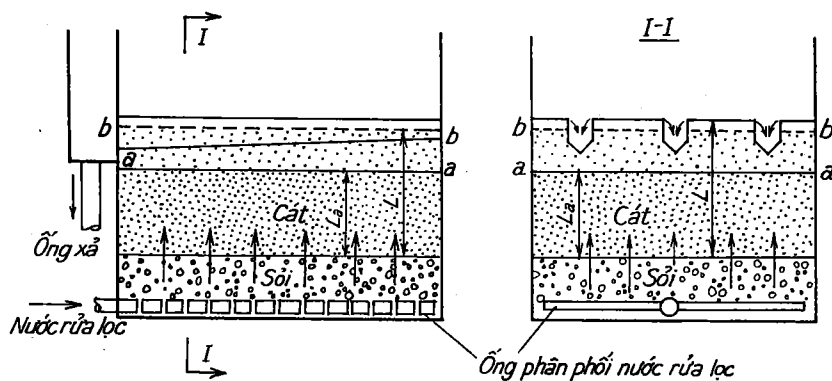
Rửa bằng nước thuận túy hoặc rửa bằng gió và nước kết hợp.

Sau đây sẽ xét trạng thái của lớp cát lọc khi rửa bằng nước thuận túy.

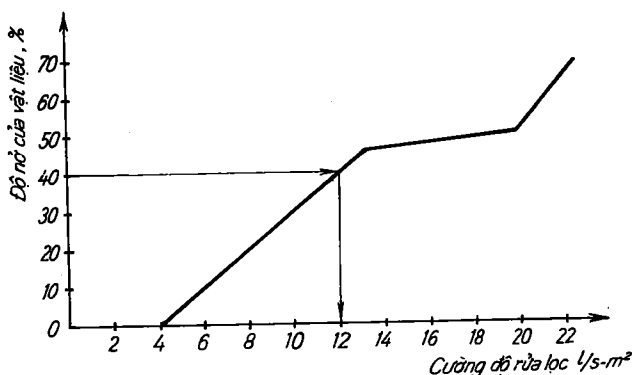
Dưới tác dụng của dòng nước phân phối đều từ dưới đi lên, lớp vật liệu lọc sẽ bị giãn nở. Độ giãn nở phụ thuộc vào một số yếu tố, song yếu tố quan trọng nhất là cường độ rửa lọc. Sự giãn nở của lớp cát lọc được biểu thị trên hình (4-10).

Khi rửa lọc, bề mặt lớp cát lọc sẽ dâng từ mặt cắt a-a đến mặt cắt b-b, do đó chiều dày lớp cát lọc sẽ tăng từ L_0 đến L .

Bằng thực nghiệm, người ta đã chứng minh được rằng, lớp vật liệu lọc chỉ bắt đầu giãn nở khi cường độ rửa đạt tới một giá trị giới hạn nào đó. Sau đó nếu tăng cường độ rửa lên nữa, thì độ giãn nở sẽ tăng theo quy luật đường thẳng. Các hạt vật liệu lọc đã giãn nở nằm ở trạng thái cân bằng động dưới tác dụng của lực trọng trường P và lực ma sát của dòng nước rửa F . Lực ma sát phụ thuộc vào tốc độ dòng nước đi lên v và độ nhớt của nước μ .



Hình 4-10 : Sự giãn nở của lớp cát lọc khi rửa.



Hình 4-9 : Biểu đồ quan hệ giữa độ nở của lớp cát và cường độ rửa.

Cường độ rửa lọc cần thiết để đạt được độ giãn nở e khi nước có nhiệt độ $4 \div 40^{\circ}\text{C}$, đối với cát thạch anh có thể xác định theo công thức sau :

$$W = 5 \cdot \frac{d_{ld}^{1,33} (e + m_o)^{1,77}}{(e + 1)^{1,33} \cdot \mu^{0,54}} \quad (4-35)$$

và đối với cát ãngtraxít :

$$W = 2,8 \frac{d_{dt}^{1,33} (e + m_o)^{1,77}}{(e + 1)^{1,33} \cdot \mu^{0,54}} \quad (4-36)$$

Trong đó :

e : Độ giãn nở của lớp cát lọc

m_o : Độ rỗng của lớp cát lọc trước khi rửa

d_{ld} : Đường kính tương đương của lớp cát lọc.

Từ công thức (4-35) và (4-36) nhận xét : cường độ rửa lọc phụ thuộc vào đường kính của hạt lọc, độ giãn nở, độ rỗng của lớp cát lọc và nhiệt độ của nước.

Khi rửa lọc bằng gió và nước kết hợp, sẽ giảm được lượng nước rửa lọc. Ngoài ra hiệu quả rửa lọc không những chỉ phụ thuộc vào cường độ rửa lọc mà còn cần có thời gian rửa lọc cần thiết.

Có thể chọn cường độ rửa lọc, thời gian lọc cần thiết và các thông số rửa lọc theo bảng (4-1).

Bảng 4-5 : Cường độ rửa và thời gian rửa lọc

Bể lọc một lớp cát thạch anh với đường kính tương đương d_{ld} , (mm)	Độ giãn nở tương đối, (%)	Quy trình rửa lọc bằng	Cường độ rửa lọc, (l/sm ²)	Thời gian rửa, (phút)
0,7 - 0,8	45	nước	14 - 16	7 - 5
0,9 - 1,0	30	nước	16 - 18	7 - 5
1,1 - 1,2	20	nước	18 - 20	7 - 5
0,7 - 0,8	20	gió	15 - 20	6 - 5
0,9 - 1,0	20	nước	8 - 11	7 - 5
		gió	15 - 20	6 - 5
		nước	9 - 12	7 - 5
1,1 - 1,2	15	gió	15 - 20	6 - 5
		nước	10 - 13	7 - 5
0,7 - 0,8	20	gió	15 - 20	3 - 2
0,9 - 1,0		gió	15 - 20	3 - 2
		nước	2 - 3	4 - 3
		nước	5 - 6	6 - 5
Bể lọc hai lớp	50	nước	15 - 16	8 - 6

3.4.1. Hệ thống phân phối nước rửa lọc

Hệ thống phân phối nước rửa lọc có nhiệm vụ phân phối đều nước rửa theo toàn bộ diện tích bề lọc. Hệ thống phân phối nước rửa lọc chia hai loại : hệ thống phân phối trở lực nhỏ và hệ thống phân phối trở lực lớn.

Hệ thống phân phối trở lực nhỏ : thường bao gồm giàn ống phân phối và sàn phân phối lại thể hiện trên hình (4-11).

Giàn ống phân phối gồm ống chính và các nhánh. Khoảng cách giữa các ống nhánh từ $1 \div 2\text{m}$ và bố trí vuông góc với ống chính. Trên các ống nhánh có đục các lỗ. Sàn phân phối lại có thể là những tấm panen có lỗ hoặc những thanh bê tông cốt thép ghép lại với nhau với chiều rộng khe là $12 \div 25\text{mm}$.

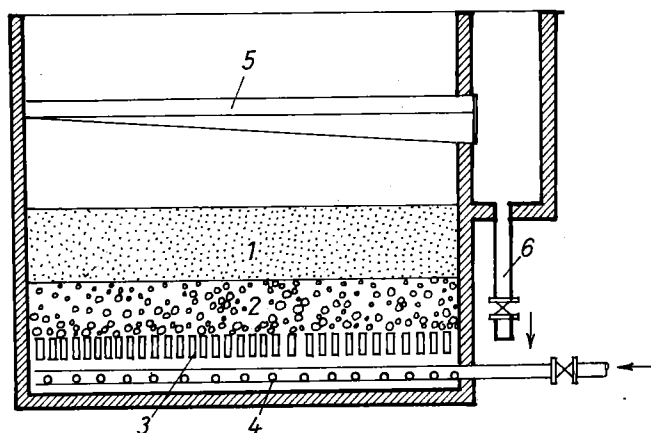
Hệ thống phân phối trở lực nhỏ hiện nay ít được sử dụng vì phân phối nước không đều do tốc độ của dòng nước bên trong hệ thống phân phối nhỏ.

Hệ thống phân phối trở lực lớn : hiện nay được sử dụng rộng rãi do đảm bảo phân phối đều nước rửa trên toàn bộ diện tích bề lọc. Hệ thống phân phối trở lực lớn có nhiều kiểu.

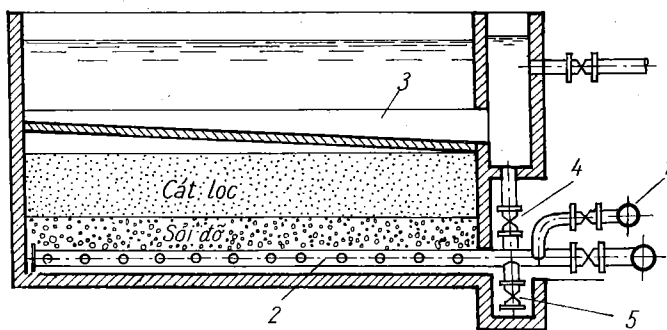
Hệ thống phân phối trở lực lớn có lớp sỏi đỡ hình (4-12)

Cấu tạo hệ thống phân phối kiểu có lớp sỏi đỡ gồm : giàn ống phân phối có ống chính và các ống nhánh đấu với nhau theo dạng hình xương cá. Giàn ống phân phối được đặt trong lớp sỏi ở sát đáy bể.

Diện tích tiết diện ngang của ống chính phân phối phải lấy cố định cho cả chiều dài. Tốc độ nước chảy trong ống dẫn nước rửa đến bể lọc lấy không quá 2m/s , tốc độ nước chảy ở đầu ống phân phối chính là $1 \div 1,2\text{m/s}$ và ở đầu các ống nhánh là $1,8 \div 2\text{ m/s}$. Các ống nhánh được khoan hai hàng lỗ phân phối so le ở nửa bên dưới và có hướng tạo thành 45° so với phương thẳng đứng. Đường kính



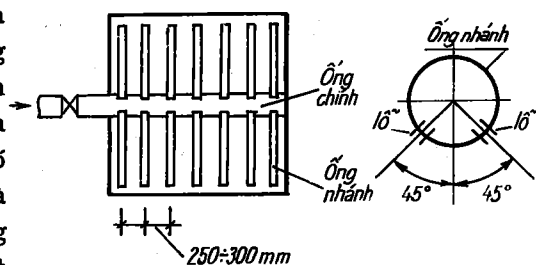
Hình 4-11 : Hệ thống phân phối trở lực nhỏ
1- Cát lọc ; 2- Lớp sỏi đỡ ; 3- Sàn phân phối;
4- Ống phân phối nước rửa lọc ; 5- Máng thu nước rửa lọc ; 6- Ống xả nước rửa lọc.



Hình 4-12 : Hệ thống phân phối trở lực lớn có lớp sỏi đỡ.

- 1- Ống dẫn nước rửa lọc ; 2- Hệ thống phân phối nước rửa lọc ; 3- Máng thu nước rửa lọc ;
4- Ống xả nước rửa lọc ; 5- Ống xả nước lọc đầu

các lỗ từ $10 \div 12$ mm. Tổng diện tích các lỗ cần lấy bằng $30 \div 35\%$ diện tích tiết diện ngang của ống chính. Khoảng cách giữa các trục của ống nhánh lấy bằng $250 \div 300$ mm và giữa các tim lỗ là $200 \div 300$ mm hình (4-13). Trường hợp rửa bằng gió và nước kết hợp, giàn ống phân phối gió sẽ có cấu tạo tương tự giàn ống phân phối nước và thường đặt trong lớp sỏi đỡ và ở phía trên giàn ống phân phối nước. Giàn ống gió phải đặt cách bề mặt trên của lớp sỏi đỡ 100 mm. Tốc độ không khí trong ống chính và ống nhánh cần lấy bằng $15 \div 20$ m/s.



Hình 4-13 : Giàn ống phân phối nước rửa lọc

Tổng diện tích các lỗ bằng $0,35 \div 0,40$ diện tích tiết diện ngang của ống chính. Khi có lớp sỏi đỡ, lỗ phân phối phải có đường kính $2 \div 5$ mm, nếu không có lớp sỏi đỡ thì lấy khe hở dài $15 \div 20$ mm. Chiều rộng khe hở cần lấy nhỏ hơn kích thước của hạt vật liệu nhỏ nhất 0,1 mm. Lỗ hoặc khe hở phải đặt ở phần dưới ống thành 2 hàng so le nhau và nghiêng 1 góc 45° so với trục thẳng đứng của ống. Khoảng cách giữa các lỗ hoặc khe hở phải lấy trong giới hạn từ $180 \div 250$ mm. Khoảng cách giữa các ống nhánh lấy bằng $250 \div 300$ mm.

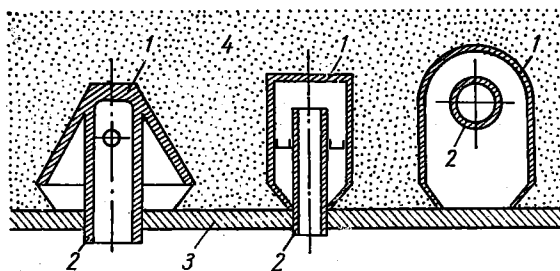
Áp lực không khí ra khỏi lỗ hoặc khe hở phải lấy bằng 2 lần chiều cao cột nước trong bể lọc khi rửa tính từ đáy bể.

Tổn thất áp lực trong hệ thống phân phối không khí phải lấy bằng 1,0m. Ống dẫn gió chính phải đặt cao hơn mực nước cao nhất trong bể lọc và phải có thiết bị chống khả năng nước lọt vào đó khi rửa bể lọc.

Tuy nhiên trong trường hợp rửa bằng gió và nước kết hợp đối với hệ thống trở lực lớn dùng lớp sỏi đỡ sẽ có nhiều nhược điểm. Trong quá trình rửa lọc sẽ xảy ra sự xáo trộn giữa lớp sỏi đỡ và lớp cát lọc, tạo thành các ụ và hố sỏi nhỏ làm giảm khả năng lọc của bể.

Hệ thống phân phối trở lực lớn bằng chụp lọc : thường áp dụng khi dùng biện pháp rửa bể lọc bằng gió và nước kết hợp, sẽ khắc phục được nhược điểm của kiểu trên. Chụp lọc được lắp trên sàn bằng thép hoặc bê tông cốt thép. Số lượng chụp lọc lấy không nhỏ hơn 50 chiếc cho $1m^2$ diện tích công tác của bể lọc. Cát lọc được đổ ngay trên sàn gắn chụp lọc.

Hiện nay ở Việt Nam, trên thị trường thường sử dụng hai kiểu chụp lọc ; chụp lọc hình nấm (ngắn đuôi) và chụp lọc có lỗ hoặc xẻ khe, (dài đuôi). Các loại chụp lọc hình nấm được thể hiện trên sơ đồ hình (4-14). Nước rửa sau khi đi qua hệ thống giàn ống phân phối ở phía dưới sàn gắn chụp lọc, sẽ được phân phối vào lớp cát lọc để rửa qua các khe hở của chụp lọc. Diện tích các khe hở của chụp lọc lấy bằng $0,8 \div 1\%$ diện tích công tác của bể lọc. Tốc độ



Hình 4-14 : Các loại chụp lọc hình nấm (ngắn đuôi)

1- Chụp lọc ; 2- Ống phân phối nước rửa lọc ; 3- Sàn bê tông gắn chụp lọc ; 4- Lớp cát lọc

chuyển động của dòng nước hoặc hỗn hợp gió, nước qua khe chụp lọc không được nhỏ hơn 1,5 m/s.

Chiều rộng của các khe chụp lọc phải nhỏ hơn đường kính trung bình của lớp vật liệu lọc. Chiều rộng khe thường bằng 0,4mm. Chụp lọc xẻ khe thường làm bằng chất dẻo, hợp kim không rỉ, thép mạ. Khi rửa bằng gió, nước kết hợp, diện tích tiết diện ngang của ống chính và ống nhánh phân phối không khí phải lấy cố định trên toàn bộ chiều dài. Tổng diện tích các lỗ phân phối gió phải bằng $0,35 \div 0,4$ diện tích, tiết diện ngang của ống chính. Tốc độ không khí trong ống chính và ống nhánh cần lấy bằng $15 \div 20$ m/s khoảng cách giữa các lỗ hoặc khe hở phải lấy trong giới hạn $150 \div 250$ mm. Khoảng cách giữa các ống nhánh lấy bằng $250 \div 300$ mm. Áp lực không khí ra khỏi lỗ hoặc khe lấy bằng 2 lần chiều cao cột nước trong bể lọc khi rửa tính từ đáy bể. Tổn thất áp lực trong hệ thống ống phân phối khí lấy bằng 1m. Ống dẫn gió chính phải đặt cao hơn mực nước cao nhất trong bể lọc và phải có thiết bị chống khả năng nước bọt vào ống gió khi rửa lọc.

Khi rửa bằng gió, nước kết hợp, các chụp lọc xẻ khe loại này thường không phân phối đều gió và nước vào lớp cát cần rửa. Vì vậy hiệu quả rửa lọc không cao.

Chụp lọc có lỗ hoặc khe (dài đuôi) được thể hiện trên hình (4-15).

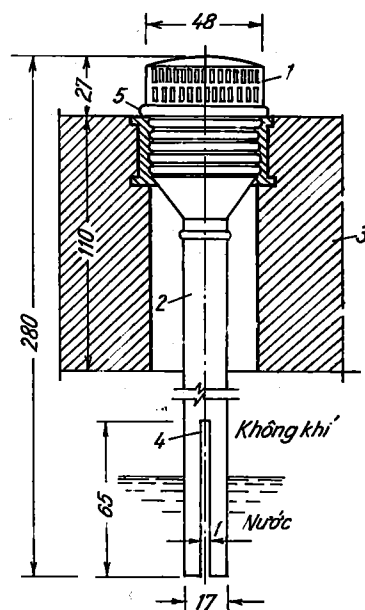
Dùng loại chụp lọc này thì tổng diện tích các lỗ hoặc khe bằng $0,6 \div 0,8\%$ diện tích công tác của bể lọc. Khi dùng chụp lọc sứ có lỗ $d = 4$ mm thì phải có lớp đỡ vật liệu lọc với cỡ hạt từ $2 \div 5$ mm dày $150 \div 200$ mm.

Đối với loại chụp lọc này, khi rửa vật liệu lọc bằng biện pháp gió, nước kết hợp rất có hiệu quả, bởi vì loại chụp lọc này có ống thu nước dài và trên ống có lỗ hoặc khe để thu gió vào nên đã tạo khả năng thu gió và nước riêng biệt rồi hòa trộn và phân phối lên trên. Khi rửa gió nước kết hợp, bên dưới sàn bê tông gắn chụp lọc sẽ hình thành 2 tầng khí và nước riêng biệt. Nước có áp theo đầu dưới ống đi lên, khí nén vào lỗ ở phía trên đuôi chụp lọc và sẽ hòa trộn với nước trước khi ra ngoài phía đầu chụp lọc. Cũng chính vì vậy, khi sử dụng loại chụp lọc có ống phân phối dài (dài đuôi), thì có thể không cần thiết kể giàn ống phân phối nước và gió như loại chụp loại kiểu (ngắn đuôi).

Chụp lọc được gắn bằng ren vặn vào êcu đặt sẵn trong sàn.

Ngoài ra người ta còn sử dụng hệ thống phân phối nước rửa lọc trở lực lớn bằng các tấm bê tông xếp hoặc ống xếp. Đường kính của các lỗ rỗng của tấm bê tông xếp hoặc ống xếp là $0,2 \div 0,3$ mm.

Tổn thất áp lực trong hệ thống phân phối trở lực lớn khi rửa bể cần lấy bằng $3 \div 5$ mét cột nước.



Hình 4-15 : Chụp lọc có hệ thống ống thu nước và gió dài

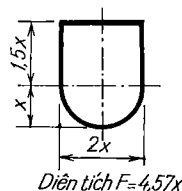
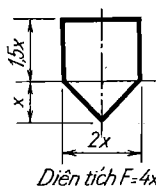
- 1- Phần đầu chụp lọc ;
- 2- Ống phân phối nước rửa lọc ;
- 3- Sàn gắn chụp lọc ;
- 4- Khe thu khí ;
- 5- Ren lắp chụp lọc.

3.4.2. Hệ thống thu nước rửa lọc

Hệ thống thu nước rửa phải thiết kế sao cho khả năng thu nước đều trên toàn bộ diện tích bể và tiêu nước một cách nhanh chóng.

Để thu nước đều, thường thiết kế một số máng thu đặt song song nhau và song song với thành bể. Khoảng cách giữa 2 máng kế nhau tính từ tim máng không được lớn hơn 2,2m. Mép trên của tất cả các máng phải thiết kế cùng một độ cao và phải tuyệt đối nằm ngang. Đáy máng thu phải có độ dốc 0,01 về phía máng tập trung.

Máng thu nước rửa có thể làm bằng bê tông cốt thép, thép, gỗ hay chất dẻo. Hình dạng máng thu nước rửa, theo mặt cắt ngang có thể có các kiểu như sau :



Chiều rộng của máng được xác định theo công thức :

$$B = K \sqrt[5]{\frac{q_m^2}{(1,57 + a)^3}} \quad (m) \quad (4-37)$$

Trong đó :

q_m : Lưu lượng nước rửa tháo qua máng (m^3/s) tính theo công thức sau :

$$q_m = W.d.l \quad (l/s) \quad (4-38)$$

W : Cường độ rửa lọc (l/sm^2)

d : Khoảng cách giữa các tâm máng (m)

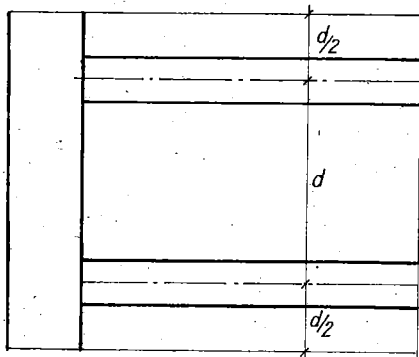
l : Chiều dài của máng (m)

a : Tỷ số giữa chiều cao của phần chữ nhật với nửa chiều rộng máng

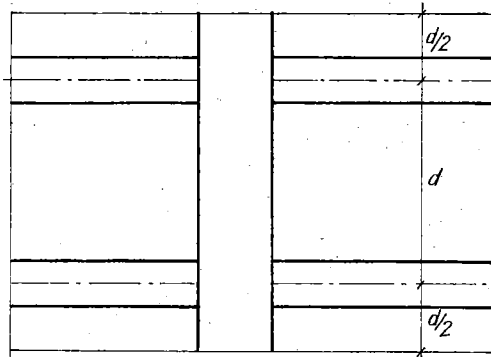
$$a = 1 + 1,5m$$

K : Hệ số lấy bằng 2 đối với máng có tiết diện đáy nửa vòng tròn, và bằng 2,1 đối với máng có tiết diện đáy hình tam giác.

Các máng thu nước được đổ về máng tập trung nước nằm ở đầu bể hoặc chính giữa bể.



Máng tập trung nằm ở đầu bể



Máng tập trung nằm ở giữa bể

Khoảng cách từ đáy máng thu đến đáy máng tập trung xác định theo công thức sau :

$$h_m = 1,75 \sqrt[3]{\frac{q_M^2}{gA^2}} + 0,2 \quad (\text{m}) \quad (4-39)$$

Trong đó :

q_M : Lưu lượng nước chảy vào máng tập trung nước (m^3/s)

A : Chiều rộng của máng tập trung, lấy A không nhỏ hơn 0,6m.

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

Khoảng cách từ bề mặt lớp lọc đến mép trên máng thu nước xác định theo công thức :

$$\Delta H_m = \frac{L \cdot e}{100} + 0,25 \quad (\text{m}) \quad (4-40)$$

Trong đó :

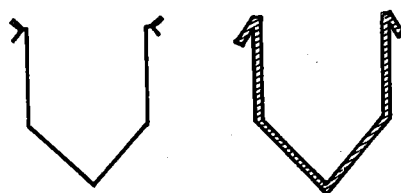
L : Chiều dày lớp vật liệu lọc (m)

e : Độ giãn nở tương đối của lớp vật liệu lọc (%) lấy theo bảng (4-5)

Khi dùng biện pháp rửa lọc bằng gió và nước kết hợp, cần gắn thêm các tấm chắn bảo vệ vào mép máng hay phễu thu để ngăn chặn việc cuốn trôi cát lọc vào máng thu.

Để tránh sự tích lũy không khí dưới tấm chắn bảo vệ phải đặt thêm các ống thông khí. Khoảng cách giữa các ống thông khí là $1,5 \div 2,0\text{m}$.

Tốc độ nước chảy trong ống hoặc máng dẫn vào hoặc ra bể lọc phải lấy theo chế độ làm việc tăng cường. Cụ thể tốc độ nước chảy trong ống dẫn nước vào bể lọc là $0,8 \div 1,2\text{m/s}$, trong ống dẫn nước lọc sang bể chứa là $1 \div 1,5 \text{ m/s}$, trong ống dẫn và thoát nước rửa là $1,5 \div 2 \text{ m/s}$. Việc xả kiệt bể lọc bằng ống xả có đường kính $100 \div 200 \text{ mm}$ tùy theo diện tích bể và có lắp van khóa. Đáy bể lọc phải có độ dốc $0,005$ về phía ống xả kiệt.



Tấm chắn bảo vệ chống thu cát

3.4.3. Hệ thống cung cấp nước rửa :

Nước rửa lọc thường lấy từ bể chứa nước sạch. Do cường độ rửa lọc lớn, nên lưu lượng nước rửa lọc lớn, có thể dùng máy bơm rửa lọc hoặc đài nước để cung cấp nước rửa lọc.

Khi dùng đài để rửa lọc : dung tích đài chứa nước rửa lọc phải tính cho 2 lần rửa nếu rửa 1 bể và định cho 3 lần rửa nếu rửa 3 bể đồng thời. Máy bơm đưa nước lên đài phải đảm bảo bơm đầy đài trong thời gian không lớn hơn khoảng thời gian giữa 2 lần rửa ở chế độ làm việc tăng cường. Đường ống từ đài xuống để dẫn nước rửa lọc phải được bảo vệ chống hút không khí vào. Khi dùng máy bơm rửa lọc : công suất của máy bơm nước rửa lọc cần tính cho việc rửa 1 bể. Nước được dự trữ trong bể chứa nước sạch đủ cho 2 lần rửa bể. Có thể đặt máy bơm rửa lọc $1 \div 2$ máy làm việc và 1 máy dự phòng ở ngay trong trạm bơm cấp II hoặc xây dựng trạm bơm rửa lọc riêng tùy theo điều kiện cụ thể ở từng nhà máy nước.

Lưu lượng nước cần thiết để rửa lọc có thể tính theo công thức sau :

$$Q_r = 3,6 f.W \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (4-41)$$

Trong đó :

f : Diện tích bề mặt ngăn lọc cần rửa (m^2)

W : Cường độ nước rửa lọc (l/s.m^2)

Tổng lượng nước cần rửa lọc tính theo công thức :

$$V = \frac{W.f.t.60}{1000} \quad (\text{m}^3) \quad (4-42)$$

Trong đó :

t : Thời gian rửa lọc (phút)

Ví dụ : Tổng số ngăn lọc là 8, mỗi ngăn cần rửa 2 lần trong 1 ngày với thời gian là 7 phút 1 lần rửa, vậy tổng thời gian cần rửa sẽ là : $t = 8 \times 2 \times 7 = 112$ phút.

Áp lực nước đưa vào để rửa lọc phải đủ để khắc phục được độ chênh mực nước giữa mép máng thu nước rửa và mực nước trong bể chứa cộng với tổng tổn thất trong bể lọc và các đường ống dẫn nước.

Tổn thất áp lực trong hệ thống phân phối bằng giàn ống khoan lỗ xác định theo công thức.

$$h = \xi \frac{v_o^2}{2g} + \frac{v_n^2}{2g} \quad (\text{m}) \quad (4-43)$$

Trong đó :

v_o : Tốc độ nước chảy ở đầu ống chính (m/s).

v_n : Tốc độ nước chảy ở đầu ống nhánh (m/s)

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

ξ : Hệ số sức cản, xác định theo công thức :

$$\xi = \frac{2,2}{K_w^2} + 1 \quad (4-44)$$

Trong đó : K_w : Tỷ số giữa tổng diện tích các lỗ trên ống hoặc máng và diện tích tiết diện ngang của ống hoặc máng chính.

Tổn thất áp lực trong hệ thống phân phối có đáy trung gian và có chụp lọc xác định theo công thức :

$$h = \frac{v^2}{2g\mu^2} \quad (\text{m}) \quad (4-45)$$

Trong đó :

v : Tốc độ chuyển động của nước hoặc hỗn hợp nước và không khí qua lỗ hoặc khe chụp lọc (không nhỏ hơn $1,5 \text{ m/s}$).

μ : Hệ số lưu lượng của chụp lọc.

Đối với chụp lọc có xẻ khe $\mu = 0,50$

Đối với chụp lọc có lỗ $\mu = 0,62$

Tổn thất áp lực qua lớp sỏi đỡ có thể xác định theo công thức :

$$h = 0,22 L_s \cdot W \text{ (m)} \quad (4-46)$$

Trong đó :

L_s : Chiều dày lớp sỏi đỡ (m)

W : Cường độ rửa lọc ($l/s \text{ m}^2$)

Tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc xác định theo công thức :

$$h = (a + bw) L.e \text{ (m)} \quad (4-47)$$

Trong đó :

a, b : Các thông số phụ thuộc vào kích thước hạt

$$d = 0,5 \div 1,0 \text{ mm} \quad a = 0,76 \quad b = 0,017$$

$$d = 1,0 \div 2,0 \text{ mm} \quad a = 0,85 \quad b = 0,004$$

Áp lực để phá vỡ kết cấu ban đầu của lớp cát lọc lấy bằng 2m. Tổn thất áp lực trong đường ống dẫn tính theo công thức thủy lực.

3.5. Điều chỉnh tốc độ lọc

Trong quá trình lọc nước, tổn thất áp lực ở đầu chu kì lọc trong bể lọc thường nhỏ, sau đó sẽ tăng lên không ngừng theo thời gian bể làm việc. Nếu cứ để bể lọc làm việc bình thường, thì ở đầu chu kì lọc có tốc độ lọc lớn và tốc độ lọc giảm dần trong quá trình lọc. Tình trạng làm việc như vậy của bể lọc sẽ dẫn đến công suất của bể lọc luôn thay đổi, gây khó khăn cho quản lí. Do đó trên thực tế người ta đưa ra các biện pháp điều chỉnh tốc độ lọc sao cho bể lọc làm việc với tốc độ không đổi trong suốt chu kì lọc. Tốc độ lọc nước qua lớp vật liệu lọc phụ thuộc vào độ chênh áp giữa mực nước trong bể lọc và mực nước trong máng thu nước sạch về bể chứa (nếu thu bằng máng) hoặc mực nước cao nhất trong bể chứa nước sạch (nếu thu nước lọc bằng ống tự chảy có áp). Tốc độ lọc không đổi khi độ chênh áp ΔH không đổi. Độ chênh áp bao gồm các tổn thất áp lực sau :

$$\Delta H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \text{ (m)} \quad (4-48)$$

Trong đó :

h_1 : Tổn thất áp lực qua lớp vật liệu lọc (m)

h_2 : Tổn thất áp lực qua hệ thống phân phối nước rửa (m)

h_3 : Tổn thất áp lực qua lớp sỏi đỡ (m).

h_4 : Tổn thất áp lực dọc đường và cục bộ trên đường ống dẫn nước đã lọc sang bể chứa (m).

Ở đây : $h_1 = h_o + \Delta h$

h_o : Tổn thất áp lực qua lớp vật liệu lọc sạch (m)

Δh : Độ tăng tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc của quá trình lọc nước.

Trong 4 loại tổn thất áp lực thành phần trên, thì h_2 và h_3 được coi là những đại lượng không đổi, còn h_1 tăng lên trong quá trình lọc nước. Muốn cho ΔH không đổi thì phải giảm

h_4 tương ứng theo lượng tổn thất tăng lên thêm của h_1 . Để đạt được mục đích này, trên đường ống dẫn nước từ bể lọc ra người ta đặt thêm một thiết bị điều chỉnh, thiết bị này gây ra 1 tổn thất áp lực cục bộ trên ống dẫn và tổn thất cục bộ này phải có giá trị giảm dần tương ứng với sự tăng của tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc. Tức là luôn đảm bảo $h_1 + h_4 = \text{const}$.

Trên thực tế để giữ cho tốc độ lọc không đổi, có thể có một số biện pháp điều chỉnh tốc độ lọc sau :

Thiết bị điều chỉnh tốc độ lọc bằng tay: Đây là phương pháp đơn giản nhất. Lấp van điều chỉnh trên đường ống dẫn nước lọc ra khỏi bể. Ở đầu chu kì lọc van mở nhỏ, gây tổn thất cục bộ lớn. Trong quá trình lọc, van được mở dần để giảm dần tổn thất cục bộ tương ứng với sự tăng lên của Δh của lớp vật liệu lọc.

Việc điều chỉnh van được thực hiện bằng tay sau những khoảng thời gian nhất định. Vì vậy trong khoảng thời gian giữa 2 lần mở van tốc độ lọc sẽ giảm dần. Sự biến thiên của tốc độ lọc được biểu diễn trên hình (4-16).

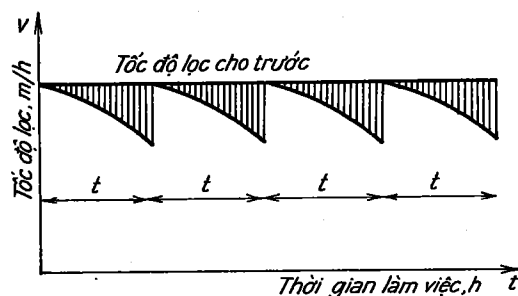
Phương pháp điều chỉnh tốc độ lọc bằng tay có nhiều nhược điểm : quản lí không thuận tiện, tốc độ lọc không ổn định và chất lượng nước lọc không ổn định. Hiện nay phương pháp này ít được sử dụng.

Thiết bị điều chỉnh tốc độ lọc bằng phao và van bướm ;

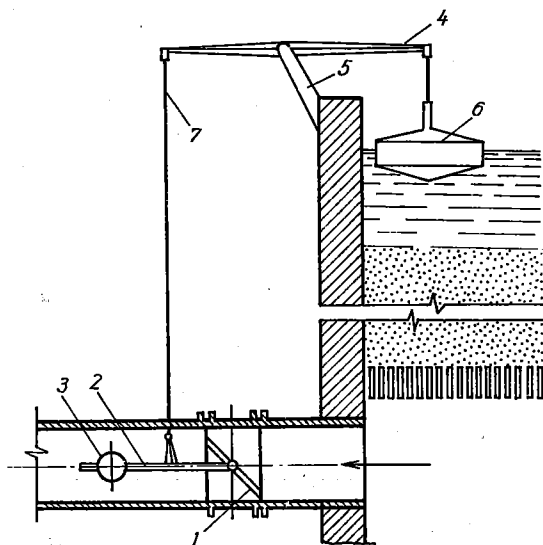
Sơ đồ lắp đặt thiết bị điều chỉnh tốc độ lọc kiểu này được thể hiện trên hình (4-17).

Ở thiết bị này, van bướm được lắp đặt trên đường ống dẫn nước lọc ra và theo nguyên lí làm việc giảm dần tổn thất cục bộ qua van tương ứng với sự tăng tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc. Ở đây van bướm được điều chỉnh nhờ phao dao động theo mức nước trong bể lọc. Vận hành của thiết bị theo trình tự sau : trục quay của van bướm 1 được lắp cánh tay đòn 2 và nối với dây cáp 7 qua hệ ròng rọc gắn vào phao 6. Khi tổn thất áp lực trong bể tăng lên, mực nước trong bể dâng lên làm phao dâng theo.

Khi phao dâng lên, cánh tay đòn 2 với đối trọng 3 sẽ bị hạ xuống và tự động mở van rộng thêm. Để tăng độ nhạy cảm hệ ròng rọc được gắn trên cần dao động 4 và giá đỡ 5.



Hình 4-16 : Sự biến thiên của tốc độ lọc theo chu kì điều chỉnh van bằng tay.



Hình 4-17 : Sơ đồ thiết bị điều chỉnh tốc độ lọc bằng phao và van bướm.

- 1- Trục quay của van bướm ;
- 2- Cánh tay đòn; 3- Đối trọng ;
- 4- Cần dao động ; 5- Giá đỡ ;
- 6- Phao ; 7- Dây cáp.

Hệ thống điều chỉnh tốc độ lọc bằng phao và van bướm có ưu điểm là tự điều chỉnh tốc độ lọc theo sự dâng lên của phao. Tuy nhiên khi mực nước dao động đột ngột, làm van cũng sẽ đóng mở đột ngột, tạo ra sự biến đổi đột ngột của tốc độ lọc ảnh hưởng tới chất lượng nước lọc. Ngoài ra thiết bị này chỉ áp dụng đối với những trạm xử lý có lưu lượng nước đưa vào bể lọc luôn cố định.

Thiết bị điều chỉnh tốc độ lọc bằng phao và van thủy lực. Thiết bị này được thể hiện trên hình (4-18).

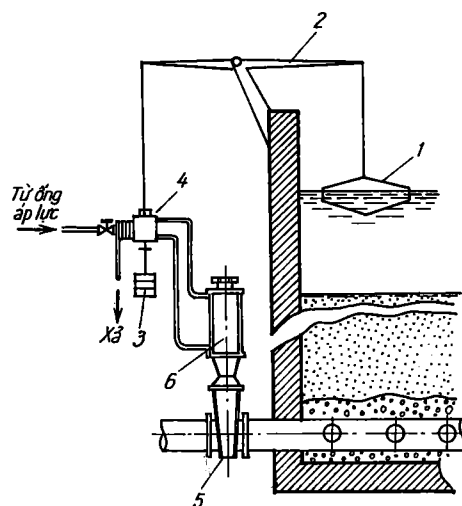
Nguyên lý làm việc như sau : Sự dao động của phao 1 sẽ được truyền qua cánh tay đòn và hệ thống ròng rọc 2 về van bốn chiều 4. Van bốn chiều sẽ mở cho nước áp lực vào pittông 6 của van đĩa thủy lực 5 và mở cánh van ra.

Hệ thống này có ưu điểm là sự đóng mở van diễn ra từ từ do tác động của pittông thủy lực nên tốc độ lọc thay đổi dần.

Nhược điểm chung của các thiết bị điều chỉnh tốc độ lọc theo nguyên lý cơ khí là hay bị hỏng hóc các bộ phận cơ như : ròng rọc, trục khuỷu bị gỉ, bị mòn....

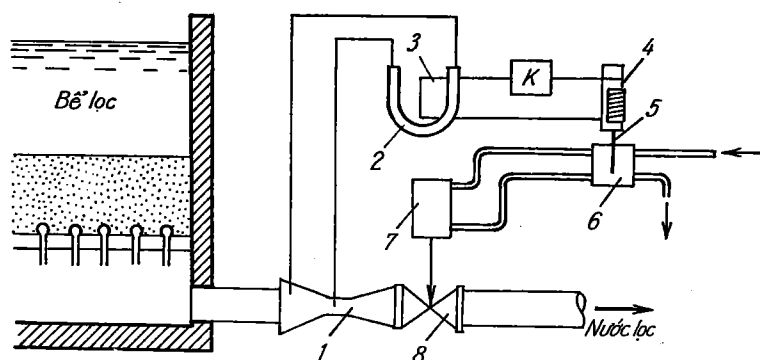
Hệ thống điều chỉnh tốc độ lọc bằng ống venturi :

Sơ đồ nguyên lý cấu tạo được thể hiện trên hình (4-19)



Hình 4-18 : Thiết bị điều chỉnh tốc độ lọc bằng phao và van thủy lực

- 1- Phao ; 2- Cánh tay đòn và hệ thống ròng rọc ; 3- Bộ phận điều chỉnh ; 4- Van 4 chiều ; 5- Van đĩa thủy lực ; 6- Pittông.



Hình 4-19 : Sơ đồ hệ thống điều chỉnh tốc độ lọc bằng ống venturi

- 1- Ống ven turi ; 2- Áp kế thủy ngân ; 3- Bộ cảm ứng từ ; 4- Cuộn dây ; 5- Lõi từ ; 6- Van thủy lực 4 chiều ; 7- Pittông ; 8- Van điều chỉnh

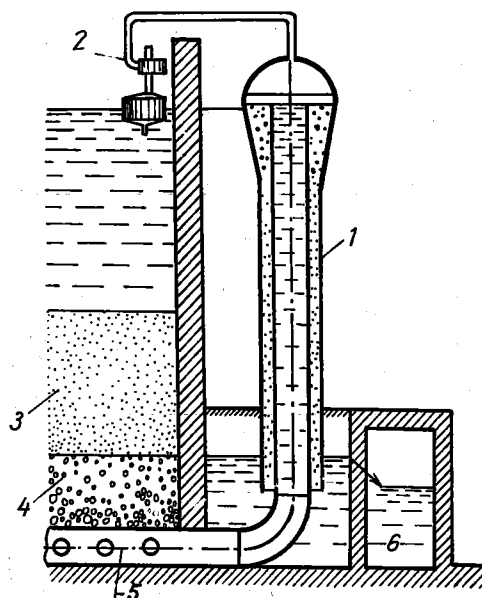
Ống venturi được lắp ngay trên đường ống dẫn nước lọc ra khỏi bể. Khi lưu lượng nước ra thay đổi, độ chênh áp tại ống venturi sẽ thay đổi, làm dịch chuyển áp kế thủy ngân và tạo nên dòng điện cảm ứng trong bộ cảm ứng từ. Dòng điện cảm ứng được khuếch đại lên và đi qua cuộn dây, làm dịch chuyển lõi từ. Lõi từ sẽ điều khiển van thủy lực, dòng nước qua van thủy lực sẽ vào pittông của van và van điều chỉnh sẽ đóng, mở theo độ dao động của dòng nước vào pittông.

Hệ thống điều chỉnh tốc độ lọc bằng ống venturi thường được áp dụng ở các nhà máy nước có công suất lớn và có điều kiện tự động hóa cao.

Hệ thống điều chỉnh tốc độ lọc bằng xiphông đồng tâm.

Sơ đồ cấu tạo được thể hiện trên hình (4-20).

Cấu tạo gồm 2 ống thép lồng vào nhau. Nước lọc từ ống thu nước được vào ống thép phía trong của xi phông, tràn qua mép trên của ống và ra ống thép ngoài, rồi chảy xuống hố thu nước. Việc điều chỉnh tốc độ lọc được thực hiện tự động, nhờ phao đặt trong bể lọc. Khi mực nước trong bể lọc dâng lên, phao nổi lên theo giúp cho van gió 2 đóng bớt khe gió làm giảm lượng khí vào xi phông làm độ chân không trong xi phông tăng lên, làm tăng lượng nước lọc thu vào xi phông. Mức tăng tối đa của độ chân không trong xi phông bằng mức tăng của tổn thất áp lực trong bể lọc.



Hình 4-20 : Hệ thống điều chỉnh tốc độ lọc bằng xiphông đồng tâm

- 1- Xi phông đồng tâm
2- Van gió ; 3- Cát lọc ; 4- Sỏi đỡ
5- Ống thu nước lọc ;
6- Mương tập trung nước lọc

Trong thực tế các loại xi phông làm việc với độ chênh áp giữa mực nước trong bể lọc và hố thu là $2,5 \div 3,5\text{m}$ và mực nước dao động ở bể lọc là $3 \div 5\text{cm}$.

Hệ thống điều chỉnh tốc độ lọc bằng xi phông đồng tâm có nhiều ưu điểm so với các hệ thống điều chỉnh khác như :

Không có bộ phận truyền động, trọng lượng nhỏ, điều chỉnh chính xác và đều độ chênh áp trước và sau bể lọc, chế tạo đơn giản và quản lý dễ dàng.

3.6. Các trang bị khác của bể lọc nhanh

Ngoài các thiết bị kể trên, bể lọc nhanh còn được trang bị các ống xả nước lọc đầu, ống xả cặn, ống xả khí, và thiết bị tự động hóa công tác quản lý bể lọc.

Ống xả nước lọc đầu : nối trực tiếp với ống dẫn nước trong ra khỏi bể. Trên đường ống xả nước lọc đầu phải có lắp khóa để đóng mở khi quản lý. Nước lọc đầu thường có chất lượng chưa ổn định, được xả ra hệ thống thoát nước.

Ống xả cặn : được bố trí ở đáy bể và cũng có khóa để quản lý khi thau rửa bể hoặc sửa chữa bể. Ống xả cặn thường có đường kính từ $100 \div 200\text{ mm}$ tùy theo diện tích bể lọc. Đầu ống xả chỗ nối với đáy bể lọc phải được bảo vệ bằng lưới hoặc tấm chắn đặc biệt, trừ trường hợp bể lọc có đáy trung gian. Đáy bể lọc phải có độ dốc $0,005$ về phía ống xả.

Để không khí khởi động lại ở những điểm cao của hệ thống phân phối nước rửa lọc, người ta thường đặt các ống đứng xả khí đường kính $75 \div 150\text{ mm}$ có van tự động để xả không khí. Trên đường ống dẫn chính của bể lọc phải đặt ống thoát khí đường kính

$d = 32 \text{ mm}$. Khi diện tích bể đến 50 m^2 đặt 1 ống, khi diện tích bể lớn hơn đặt 2 ống ở vị trí đầu và cuối ống chính. Ống thoát khí phải đặt cao hơn mặt bể lọc ít nhất $0,3 \text{ m}$.

Hiện nay, trong các nhà máy nước người ta đã trang bị thiết bị tự động hóa việc quản lý bể lọc. Khi đó việc theo dõi quá trình làm việc của bể lọc, việc đóng mở các khóa, quy trình rửa lọc... đều được thực hiện ngay tại bàn điều khiển. Sơ đồ cấu tạo các thiết bị tự động hóa các công tác của bể lọc có thể nghiên cứu trong giáo trình : "Tự động hóa các công trình cấp thoát nước".

3.7. Tính toán bể lọc nhanh

Bể lọc phải được tính toán theo 2 chế độ làm việc, chế độ làm việc bình thường và tăng cường.

Trong các trạm xử lý có số bể lọc đến 20, cần dự tính ngừng 1 bể lọc để sửa chữa. Khi trạm có số bể lọc lớn hơn 20 bể, cần dự tính ngừng 2 bể để sửa chữa đồng thời.

Tốc độ lọc ở chế độ làm việc bình thường và chế độ làm việc tăng cường có thể lấy theo bảng (4-6) với việc đảm bảo thời gian một chu kỳ làm việc của bể lọc từ $12 \div 24$ giờ ở chế độ làm việc bình thường và không nhỏ hơn 6 giờ ở chế độ làm việc tăng cường hoặc không

Bảng 4-6 : Tốc độ lọc ở chế độ làm việc bình thường và tăng cường

Kiểu bể lọc	Đặc trưng của lớp vật liệu lọc						
	Đường kính nhỏ nhất (mm)	Đường kính lớn nhất (mm)	Đường kính tương đương d_{td} (mm)	Hệ số không đồng nhất K	Chiều dày của lớp vật liệu lọc (mm)	Tốc độ lọc ở chế độ làm việc bình thường v_{bt} (m/h)	Tốc độ lọc cho phép ở chế độ làm việc tăng cường v_{tc} (m/h)
Bể lọc nhanh một lớp vật liệu	0,5	1,25	$0,7 \div 0,8$	$2 \div 2,2$	Cát thạch anh $700 \div 800$	$5,5 \div 6$	$6 \div 7,5$
lọc với cỡ hạt khác nhau	0,7 0,8	1,60 2,0	$0,8 \div 1,0$ $1 \div 1,2$	$1,8 \div 2,0$ $1,5 \div 1,7$	$1200 \div 1300$ $1800 \div 2000$	$7,0 \div 8$ $8 \div 10$	$8 \div 10$ $10 \div 12$
Bể lọc nhanh có 2 lớp vật liệu lọc	0,5 0,8	1,25 1,8	$0,7 \div 0,8$ $1 \div 1,2$	$2 \div 2,2$ $2 \div 2,2$	Cát thạch anh $700 \div 800$ ăngtraxít $400 \div 500$	$8 \div 10$	$10 \div 12$

Thời gian của một chu kì lọc ở chế độ làm việc tăng cường T_{lc} khi số lượng bể lọc trong trạm lớn hơn 20 bể phải được xác định từ điều kiện rửa liên tục các bể lọc theo công thức.

$$T_{lc} \geq [N - (N_1 + a)] \cdot t_2 \quad (4-49)$$

Trong đó :

N : Tổng số bể lọc của trạm xử lí

N_1 : Số bể lọc ngừng làm việc để sửa chữa

a : Số bể lọc rửa đồng thời

t_2 : Thời gian ngừng bể lọc để rửa : $t_2 = 0,35$ giờ

Để đạt được chế độ làm việc tối ưu của bể lọc, cần đảm bảo tỉ số $t_{bv} = (1,2 \div 1,3) t_{gh}$

Ở đây :

t_{bv} : Thời gian tác dụng bảo vệ vật liệu lọc, trong thời gian này chất lượng nước lọc đã quy định được đảm bảo.

t_{gh} : Thời gian đạt được tổn thất áp lực giới hạn cho phép.

Diện tích các bể lọc của trạm xử lí xác định theo công thức :

$$F = \frac{Q}{T \cdot v_{bt} - 3,6W \cdot t_1 - at_2 \cdot v_{bt}} \quad (m^2) \quad (4-50)$$

Trong đó :

Q : Công suất trạm xử lí (m^3 /ngày đêm)

T : Thời gian làm việc của trạm trong một ngày đêm (giờ)

v_{bt} : Tốc độ lọc tính toán ở chế độ làm việc bình thường (m/h) lấy theo bảng (4-6).

a : Số lần rửa mỗi bể trong một ngày đêm ở chế độ làm việc bình thường

W : Cường độ nước rửa lọc (l/sm^2) lấy theo bảng (4-5)

t_1 : Thời gian rửa lọc (giờ) lấy theo bảng (4-5)

t_2 : Thời gian ngừng bể lọc để rửa (giờ) $t_2 = 0,35$ giờ.

Xác định số lượng bể lọc và diện tích một bể lọc phải căn cứ vào quy mô sản xuất, điều kiện cung cấp thiết bị, điều kiện xây dựng và quản lí...và phải thông qua việc so sánh kinh tế kĩ thuật. Số lượng bể lọc không được nhỏ hơn 2. Diện tích một bể lọc không quá $100 m^2$.

Số bể lọc cần thiết có thể xác định theo công thức thực nghiệm sau :

$$N = 0,5\sqrt{F} \quad (4-51)$$

Diện tích một bể lọc sẽ là : $f = \frac{F}{N} \quad (m^2) \quad (4-52)$

Tốc độ lọc tính toán theo chế độ làm việc tăng cường xác định theo công thức :

$$v_{tc} = v_{bt} \cdot \frac{N}{N - N_1} \quad (m/h) \quad (4-53)$$

Trong đó :

v_{tc} : Tốc độ lọc tăng cường (m/h)

Trị số v_{lc} tính được theo công thức (4-53) phải nhỏ hơn hoặc bằng trị số v_{lc} cho phép theo bảng (4-6). Nếu trượt quá chỉ số cho phép thì phải giảm v_{bl} cho thích hợp.

Từ diện tích một bể lọc f tính được xác định kích thước mặt bằng của bể. Mặt bằng bể có thể chọn hình chữ nhật hoặc hình vuông. Khi chọn chiều rộng bể phải kết hợp bố trí máng thu nước rửa trên cơ sở khoảng cách tối đa giữa các trục máng.

Chiều cao bể lọc nhanh xác định theo công thức :

$$H = h_d + h_v + h_n + h_p \text{ (m)} \quad (4-54)$$

h_d : Chiều cao lớp đỡ (m), lấy theo bảng (4-7).

h_v : Chiều dày lớp vật liệu lọc (m), lấy theo bảng (4-6).

h_n : Chiều cao lớp nước trên lớp vật liệu lọc (m) $h_n \geq 2m$.

h_p : Chiều cao phụ kể đến việc dâng nước khi đóng bể để rửa.

$$h_p \geq 0,3m$$

Bảng 4-7 : Chiều cao lớp đỡ

Cỡ hạt lớp đỡ (mm)	Chiều dày các lớp đỡ (mm)
40 ÷ 20	Mặt trên lớp này cao bằng mặt trên của ống phân phối nhưng phải cao hơn lỗ phân phối ít nhất là 100mm
20 ÷ 10	100 ÷ 150
10 ÷ 5	100 ÷ 150
5 ÷ 2	50 ÷ 100

Chú ý : Khoảng cách từ đáy ống phân phối đến đáy bể lọc phải lấy bằng 80 ÷ 100mm.

- Khi rửa bằng nước và gió phối hợp, thì cần lấy chiều dày lớp đỡ cỡ hạt 10 ÷ 5 mm và 5 ÷ 2 mm bằng 150 ÷ 200 mm cho mỗi lớp.

Xác định hệ thống phân phối nước rửa lọc

Trước tiên cần xác định lưu lượng nước cần thiết để rửa lọc theo công thức (4-41) :

$$Q_r = \frac{f \cdot W}{1000} \text{ (m}^3/\text{s)} \quad (4-55)$$

Trong đó :

f : Diện tích một bể lọc (m^2)

W : Cường độ nước rửa lọc ($l/s.m^2$)

Khi đã biết Q_r , chọn đường kính ống chính và ống nhánh trên cơ sở vận tốc nước chảy trong ống cho phép, tùy theo từng loại hệ thống phân phối mà có các thông số khác nhau khi đã tính được đường kính ống chính, số lượng ống nhánh và đường kính ống nhánh, sẽ xác định tổng diện tích lỗ cần thiết theo công thức : $\frac{\omega}{\Omega} = 30 \div 35\%$ (đối với hệ thống phân phối trở lực lớn có lớp sỏi đỡ)

(ω : Tổng diện tích lỗ ; Ω : Diện tích tiết diện ngang của ống chính).

Sau đó từ ω và đường kính lỗ đã chọn, tìm được số lỗ cần thiết. Bố trí chúng theo 2 hàng so le.

Trên các ống chính phân phối nước rửa lọc, bố trí ống xả khí. Đường kính và số lượng ống xả khí xác định theo quy định ở phần trên.

Tính toán hệ thống phân phối gió rửa lọc bao gồm : xác định đường kính ống chính và các ống nhánh, đường kính và số lỗ gió, khoảng cách giữa các lỗ gió. Sau đó chọn máy bơm gió. Để tính toán hệ thống phân phối gió cần xác định lượng gió yêu cầu ($Q_{\text{gió}}$). $Q_{\text{gió}}$ được xác định trên cơ sở cường độ gió rửa lọc đã chọn :

$$Q_{\text{gió}} = \frac{W_{\text{gió}} \cdot f}{1000} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (4-56)$$

Từ $Q_{\text{gió}}$ dễ dàng xác định được kích thước của hệ thống phân phối gió rửa lọc.

Tính toán hệ thống thu nước rửa lọc

Lưu lượng nước rửa thu vào 1 máng tính theo công thức :

$$q_m = \frac{Q_r}{n} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (4-57)$$

Trong đó :

n : Số máng thu nước rửa trên 1 bể lọc

Từ q_m , có thể xác định các kích thước của máng theo các công thức (4-37), (4-38), (4-39), (4-40).

Sau đó xác định kích thước mương tập trung nước rửa trên cơ sở vận tốc nước cho phép chảy qua mương.

Chọn bơm nước rửa lọc : dựa trên hai trị số cơ bản là : lưu lượng nước rửa và áp lực công tác cần thiết của máy bơm (H_r). Q_r xác định như trên, còn H_r xác định theo công thức sau :

$$H_r = h_{hh} + h_o + h_p + h_d + h_{vl} + h_{bm} + h_{cb} \quad (\text{m}) \quad (4-58)$$

Trong đó :

h_{hh} : Độ cao hình học đưa nước tính từ cốt mực nước thấp nhất trong bể chứa đến mép máng thu nước rửa (m).

h_o : Tổn thất áp lực trên đường ống dẫn nước, từ trạm bơm nước rửa đến bể lọc (m).

h_p : Tổn thất áp lực trong hệ thống phân phối nước rửa lọc (m). Tùy theo từng loại hệ thống phân phối có thể xác định theo công thức (4-43), (4-44), (4-45).

h_d : Tổn thất áp lực qua lớp sỏi đỡ (m) xác định theo công thức (4-46).

h_{vl} : Tổn thất áp lực qua lớp vật liệu lọc xác định theo công thức (4-47).

h_{bm} : Áp lực để phá vỡ kết cấu ban đầu của lớp cát lọc lấy bằng 2,0m.

h_{cb} : Tổng tổn thất cục bộ ở các bộ phận nối ống và van khóa xác định theo công thức :

$$h_{cb} = \sum \xi \frac{v^2}{2g} \quad (\text{m}) \quad (4-59)$$

Trong đó :

$\sum \xi$: Tổng số hệ số kháng cục bộ.

Các giá trị của ξ cụ thể có thể tính theo công thức thủy lực hoặc tra bảng. Sơ bộ có thể lấy như sau :

cút 90° : $\xi = 0,98$

khóa : $\xi = 0,26$

tê : $\xi = 0,92$

Ống ngăn máy bơm : $\xi = 1$

v : vận tốc nước chảy trong ống (m/s)

Chọn máy bơm gió rửa lọc : cần biết $Q_{\text{gió}}$ và $H_{\text{gió}}$. Lưu lượng gió cần thiết đã tính được ở trên. Có thể tính chính xác trên cơ sở xác định tổn thất áp lực trên hệ thống phân phối gió. Ngoài ra áp lực gió cần thiết có thể lấy sơ bộ $H_{\text{gió}} = 3 \div 4\text{m}$.

Khi dùng đài nước để rửa lọc, thì đáy đài phải đặt cao hơn mép máng thu nước rửa một chiều cao bằng tổng số các tổn thất áp lực qua hệ thống ống dẫn, ống phân phối, lớp đỡ, lớp vật liệu lọc và tổn thất cục bộ. Dung tích đài cấp nước rửa lọc phải đảm bảo cấp cho hai lần rửa nếu rửa 1 bể hoặc 3 lần rửa nếu rửa 2 bể cùng một lúc.

Tỉ lệ lượng nước rửa lọc so với lượng nước vào bể lọc (công suất trạm) có thể tính như sau :

$$P = \frac{W \cdot f \cdot t_1 \cdot 60 \cdot N \cdot 100}{Q \cdot T_o \cdot 1000} (\%) \quad (4-60)$$

Trong đó :

W : Cường độ rửa lọc (l/s.m²)

f : Diện tích một bể lọc (m²)

N : Số bể lọc

Q : Công suất trạm xử lí (m³/h)

T_o : Thời gian công tác của bể giữa 2 lần rửa (giờ)

$$T_o = \frac{T}{n} - (t_1 + t_2 + t_3) \text{ (giờ)}$$

Trong đó :

T : Thời gian công tác của bể lọc trong 1 ngày (giờ)

n : Số lần rửa bể lọc trong 1 ngày

t_1, t_2, t_3 : Thời gian rửa, xả nước lọc đầu và thời gian chết của bể (giờ)

Xác định đường kính của các đường ống dẫn nước vào và ra khỏi bể lọc, ống xả nước lọc đầu. Tính toán trên cơ sở vận tốc nước chảy trong ống đã được khống chế.

Ví dụ (4-2) : Tính bể lọc nhanh cho trạm xử lí có công suất 36.000 m³/ngày đêm.

Giải :

Tổng diện tích bể lọc của trạm xử lí xác định theo công thức (4-50)

$$F = \frac{Q}{T \cdot v_{bt} - 3,6 \cdot W \cdot t_1 - a t_2 \cdot v_{bt}} \quad (m^2)$$

Ở đây chọn $T = 24$ giờ ; $v_{tb} = 6$ m/h (lấy theo bảng 4-6)
 $a = 2$; $W = 12$ l/s.m² ; $t_1 = 0,1$ giờ (lấy theo bảng 4-5)
 $t_2 = 0,35$ giờ

Vậy ta có :

$$F = \frac{36.000}{24 \cdot 6 - 3,6 \cdot 12 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,35 \cdot 6} = 266m^2$$

Trong bể lọc, chọn cát lọc có cỡ hạt $d_{td} = 0,7 \div 0,8$ mm, hệ số không đồng nhất $K = 2 \div 2,2$;
 chiều dày lớp cát lọc $L = 0,8$ m (lấy theo bảng 4-6).

Số bể lọc cần thiết xác định theo công thức (4-51)

$$N = 0,5 \sqrt{F} = 0,5 \sqrt{266} = 8,2 \text{ bể}$$

Chọn $N = 8$ bể.

Kiểm tra lại tốc độ lọc tăng cường với điều kiện đóng 1 bể để rửa :

$$v_{tc} = v_{bt} \cdot \frac{N}{N - N_1} \quad (m/h) \quad (4-53)$$

$$v_{tc} = 6 \cdot \frac{8}{8 - 1} = 6,86 \text{ m/h nằm trong khoảng từ } (6 \div 7,5) \rightarrow \text{đảm bảo.}$$

Diện tích một bể lọc là :

$$f = \frac{F}{N} = \frac{266}{8} = 33,25m^2$$

Chọn kích thước bể là : $L \times B = 6 \times 5,6 = 33,6m^2$

Chiều cao toàn phần của bể lọc nhanh xác định theo công thức :

$$H = h_d + h_v + h_n + h_p \quad (m)$$

Trong đó :

h_d : Chiều cao lớp sỏi đỡ, lấy theo bảng 4-7 ; $h_d = 0,7$ m

h_v : Chiều dày lớp vật liệu lọc, lấy theo bảng 4-6 ; $h_v = 0,8$ m

h_n : Chiều cao lớp nước trên lớp vật liệu lọc ; $h_n = 2$ m

h_p : Chiều cao phụ $h_p = 0,5$ m.

$$\text{Vậy } H = 0,7 + 0,8 + 2 + 0,5 = 4,0\text{m}$$

Xác định hệ thống phân phối nước rửa lọc :

Chọn biện pháp rửa bể bằng gió, nước phối hợp. Cường độ nước rửa lọc $W = 12$ l/s.m² (quy phạm là $12 \div 14$ l/s.m² cho ở bảng 4-5 ứng với mức độ nở tương đối của lớp vật liệu lọc là 45%. Cường độ gió rửa lọc $W_{gió} = 15$ l/s.m² (quy phạm cho phép $W_{gió} = 15 \div 20$ l/s.m²).

Lưu lượng nước rửa của 1 bể lọc là :

$$Q_r = \frac{f \cdot W}{1000} = \frac{33,6 \cdot 12}{1000} = 0,4032 \text{ m}^3/\text{s}$$

Chọn đường kính ống chính là $d_c = 500\text{mm}$ bằng thép thì tốc độ nước chảy trong ống chính sẽ là : $v_c = 1,91 \text{ m/s}$ (nằm trong giới hạn cho phép $\leq 2,0 \text{ m/s}$).

Lấy khoảng cách giữa các ống nhánh là $0,28\text{m}$ (Quy phạm cho phép $0,25 \div 0,3\text{m}$), thì số ống nhánh của 1 bể lọc là :

$$m = \frac{B}{0,28} \times 2 = \frac{5,6}{0,28} \times 2 = 40 \text{ ống nhánh}$$

Lưu lượng nước rửa lọc chảy trong mỗi ống nhánh là :

$$q_n = \frac{403,2}{40} = 10,08 \text{ l/s}$$

Chọn đường kính ống nhánh $d_n = 75\text{mm}$ bằng thép, thì tốc độ nước chảy trong ống nhánh là : $v_n = 1,99 \text{ m/s}$ (nằm trong giới hạn cho phép $1,8 \div 2,0 \text{ m/s}$).

Với ống chính là 500mm , thì tiết diện ngang của ống sẽ là :

$$\Omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} = 0,19625\text{m}^2$$

Tổng diện tích lỗ lấy bằng 35% diện tích tiết diện ngang của ống (Quy phạm cho phép $30 \div 35\%$), tổng diện tích lỗ tính được là :

$$\omega = 0,35 \times 0,19625 = 0,0687\text{m}^2$$

Chọn lỗ có đường kính 12mm (quy phạm $10 \div 12\text{mm}$) diện tích 1 lỗ sẽ là :

$$\omega_{lỗ} = \frac{3,14 \cdot 0,0012^2}{4} = 0,000113\text{m}^2$$

Tổng số lỗ sẽ là :

$$n_o = \frac{0,0687}{0,000113} = 608 \text{ lỗ}$$

Số lỗ trên mỗi ống nhánh sẽ là : $\frac{608}{40} = 15,2 \text{ lỗ}$.

Trên mỗi ống nhánh, các lỗ xếp thành 2 hàng so le nhau, hướng xuống phía dưới và nghiêng 1 góc 45° so với mặt phẳng nằm ngang. Số lỗ trên mỗi hàng của ống nhánh là : $15,2/2 = 8 \text{ lỗ}$.

Khoảng cách giữa các lỗ sẽ là :

$$a = \frac{6,0 - 0,525}{2 \times 8} = 0,34\text{m}$$

(0,525 : Đường kính ngoài của ống gió chính (m))

Chọn 1 ống thoát khí $\phi 32\text{mm}$ đặt ở cuối ống chính.

Tính hệ thống dẫn gió rửa lọc :

Chọn cường độ gió rửa bể lọc là : $W_{gió} = 15 \text{ m/s}$, thì lưu lượng gió tính toán là :

$$Q_{gió} = \frac{W_{gió} \cdot f}{1000} = \frac{15 \cdot 33,6}{1000} = 0,504 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lấy tốc độ gió trong ống dẫn gió chính là 15 m/s (Quy phạm 15 ÷ 20 m/s), đường kính ống gió chính tính như sau :

$$D_{\text{gió}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{gió}}}{\pi \cdot v_{\text{gió}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,504}{3,14 \cdot 15}} = 0,2\text{m} = 200\text{mm}$$

Số ống gió nhánh cũng lấy bằng 40.

Lượng gió trong 1 ống nhánh sẽ là :

$$\frac{0,504}{40} = 0,0126 \text{ m}^3/\text{s}$$

Đường kính ống gió nhánh là :

$$d_{\text{gió}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0126}{3,14 \cdot 15}} = 0,032\text{m} = 32\text{mm}$$

Đường kính ống gió chính là 200mm, diện tích mặt cắt ngang của ống gió chính sẽ là :

$$\Omega_{\text{gió}} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} = 0,0314\text{m}^2$$

Tổng diện tích các lỗ lấy bằng 40% diện tích tiết diện ngang ống gió chính (Quy phạm là 35 ÷ 40%), sẽ là $\omega_{\text{gió}} = 0,4 \times 0,0314 = 0,01256\text{m}^2$. Chọn đường kính lỗ gió là 3mm (Quy phạm 2 ÷ 5mm), diện tích 1 lỗ gió là :

$$f_{\text{lỗ gió}} = \frac{3,14 \cdot 0,003^2}{4} = 0,000007\text{m}^2$$

Tổng số lỗ gió sẽ là :

$$m = \frac{0,01256}{0,000007} = 1.794 \text{ lỗ}$$

Số lỗ trên 1 ống gió nhánh là : $\frac{1794}{40} = 44 \text{ lỗ}$

Khoảng cách giữa các lỗ là :

$$a = \frac{6 - 0,220}{2 \times 22} = 0,13\text{m}$$

(0,22 : Đường kính ngoài của ống gió chính ; 22 : Số lỗ trên 1 hàng, vì lỗ gió trên ống nhánh phải được đặt thành 2 hàng so le và nghiêng 1 góc 45° so với trục thẳng đứng của ống).

Tính toán máng phân phối nước lọc và thu nước rửa lọc :

Bể có chiều dài là 6m, chọn mỗi bể bố trí 3 máng thu nước rửa lọc có đáy hình tam giác, khoảng cách giữa các máng sẽ là $d = 6/3 = 2\text{m}$ (quy phạm không được lớn hơn 2,2m).

Lượng nước rửa thu vào mỗi máng xác định theo công thức :

$$q_{\text{m}} = W \cdot d \cdot l \quad (\text{l/s})$$

Trong đó :

W : Cường độ rửa lọc ; $W = 12 \text{ l/s.m}^2$

d : Khoảng cách giữa các tâm máng ; $d = 2\text{m}$

l : Chiều dài của máng ; $l = 5,6\text{m}$

$$q_m = 12 \times 2 \times 5,6 = 134,4 \text{ l/s} = 0,1344 \text{ m}^3/\text{s}$$

Chiều rộng máng tính theo công thức :

$$B_m = K \sqrt[5]{\frac{q_m^2}{(1,57 + a)^3}} \quad (\text{m})$$

Trong đó :

a : Tỷ số giữa chiều cao phần chữ nhật (h_{CN}) với nửa chiều rộng của máng.

Lấy $a = 1,3$ (quy phạm $a = 1 \div 1,5$)

K : Hệ số, đối với tiết diện máng hình tam giác $K = 2,1$

Ta có :

$$B_m = 2,1 \sqrt[5]{\frac{(0,1344)^2}{(1,57 + 1,3)^3}} = 0,5\text{m}$$

$$a = \frac{h_{CN}}{B_m/2} \Rightarrow h_{CN} = \frac{B_m \cdot a}{2} = \frac{0,5 \cdot 1,3}{2} = 0,3\text{m}$$

Vậy, chiều cao phần máng chữ nhật là : $h_{CN} 0,3\text{m}$. Lấy chiều cao phần đáy tam giác là : $h_d = 0,2\text{m}$. Độ dốc đáy máng lấy về phía máng tập trung nước là $i = 0,01$. Chiều dày thành máng lấy là : $\delta_m = 0,08\text{m}$.

Chiều cao toàn phần của máng thu nước rửa là :

$$H_m = h_{CN} + h_d + \delta_m = 0,3 + 0,2 + 0,08 = 0,58\text{m}$$

Khoảng cách từ bề mặt lớp vật liệu lọc đến mép trên máng thu nước xác định theo công thức :

$$\Delta H_m = \frac{L \cdot e}{100} + 0,25 \quad (\text{m})$$

Trong đó :

L : Chiều dày lớp vật liệu lọc, $L = 0,8\text{m}$

e : Độ giãn nở tương đối của lớp vật liệu lọc, lấy theo bảng 4-5, $e = 45\%$.

Vậy
$$\Delta H_m = \frac{0,8 \cdot 45}{100} + 0,25 = 0,61\text{m}$$

Theo quy phạm, khoảng cách giữa đáy dưới cùng của máng dẫn nước rửa phải nằm cao hơn lớp vật liệu lọc tối thiểu là $0,07\text{m}$.

Chiều cao toàn phần của máng thu nước rửa là $H_m = 0,58\text{m}$, vì máng dốc về phía máng tập trung $i = 0,01$, máng dài $0,56\text{m}$ nên chiều cao máng ở phía máng tập trung là :

$$0,58 + 0,056 = 0,64\text{m}$$

Vậy ΔH_m sẽ phải lấy bằng :

$$\Delta H_m = 0,64 + 0,07 = 0,71\text{m}$$

Nước rửa lọc từ máng thu tràn vào máng tập trung nước

Khoảng cách từ đáy máng thu đến đáy máng tập trung xác định theo công thức :

$$h_m = 1,75 \sqrt[3]{\frac{q_M^2}{g A^2}} + 0,2 \quad (\text{m})$$

Trong đó :

q_M : Lưu lượng nước chảy vào máng tập trung nước (m^3/s)

$$q_M = 0,4032 \text{ m}^3/\text{s}$$

A : Chiều rộng của máng tập trung. Chọn $A = 0,75\text{m}$

(quy phạm không được nhỏ hơn 0,6m).

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

Vậy
$$h_m = 1,75 \sqrt[3]{\frac{(0,4032)^2}{9,81 \cdot (0,75)^2}} + 0,2 = 0,74\text{m}$$

Tính tổn thất áp lực khi rửa bể lọc nhanh :

Tính tổn thất áp lực trong hệ thống phân phối bằng giàn ống khoan lỗ :

$$h_p = \xi \frac{v_o^2}{2g} + \frac{v_n^2}{2g} \quad (\text{m})$$

Trong đó :

v_o : Tốc độ nước chảy ở đầu ống chính ; $v_o = 1,91 \text{ m/s}$

v_n : Tốc độ nước chảy ở đầu ống nhánh ; $v_n = 1,99 \text{ m/s}$

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

ξ : Hệ số sức cản ; $\xi = \frac{2,2}{kW^2} + 1 \quad (kW = 0,35)$

$$\xi = \frac{2,2}{(0,35)^2} + 1 = 18,96$$

$$h_p = 18,96 \cdot \frac{1,91^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,99^2}{2 \cdot 9,81} = 3,5 + 0,2 = 3,7\text{m}$$

Tổn thất áp lực qua lớp sỏi đỡ : $h_d = 0,22L_S.W \quad (\text{m})$

Trong đó :

L_S : Chiều dày lớp sỏi đỡ ; $L_S = 0,7\text{m}$

W : Cường độ rửa lọc ; $W = 12 \text{ l/s.m}^2$

$$h_d = 0,22 \cdot 0,7 \cdot 12 = 1,85\text{m}$$

Tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc :

$$h_{vl} = (a + bW)L.e \quad (\text{m})$$

Trong đó : với kích thước hạt $d = 0,5 \div 1\text{mm}$; $a = 0,76$; $b = 0,017$

$$h = (0,76 + 0,017 \cdot 12) \cdot 0,8 \cdot 0,45 = 0,35\text{m}$$

Áp lực để phá vỡ kết cấu ban đầu của lớp cát lọc lấy $h_{bm} = 2\text{m}$.

Vậy tổn thất áp lực trong nội bộ bể lọc sẽ là :

$$h_l = 3,7 + 1,85 + 0,35 + 2,0 = 7,9\text{m}$$

Chọn máy bơm rửa lọc và bơm gió rửa lọc :

Áp lực công tác cần thiết của máy bơm rửa lọc xác định theo công thức (4-58) :

$$H_r = h_{hh} + h_o + h_p + h_d + h_{vl} + h_{bm} + h_{ch} \text{ (m)}$$

Trong đó : $h_l = h_p + h_d + h_{vl} + h_{bm} \text{ (m)}$

Như trên đã tính được : $h_l = 7,9\text{m}$.

h_{hh} : Là độ cao hình học từ cốt mực nước thấp nhất trong bể chứa đến mép máng thu nước rửa (m)

$$h_{hh} = 4 + 3,5 - 2 + 0,71 = 6,21\text{m}$$

4 : Chiều sâu mực nước trong bể chứa (m)

3,5 : Độ chênh mực nước giữa bể lọc và bể chứa (m)

2 : Chiều cao lớp nước trong bể lọc (m)

0,71 : Khoảng cách từ lớp vật liệu lọc đến mép máng (m)

h_o : Tổn thất áp lực trên đường ống dẫn nước từ trạm bơm nước rửa đến bể lọc (m)

Giả sử chiều dài đường ống dẫn nước rửa lọc là $l = 100\text{m}$. Đường kính ống dẫn nước rửa lọc $D = 500\text{mm}$, $Q_r = 403,2 \text{ l/s}$. Tra bảng được $1000i = 16,3$.

Vậy : $h_o = i.l = 0,0163.100 = 1,63\text{m}$.

h_{ch} : Tổn thất áp lực cục bộ ở các bộ phận nối ống và van khóa, xác định theo công thức (4-59)

$$h_{ch} = \sum \xi \frac{v^2}{2g} \text{ (m)}$$

Giả sử trên đường ống dẫn nước rửa lọc có các thiết bị phụ tùng như sau : 2 cút 90° , 1 van khóa, 2 ống ngắn.

Vậy : $h_{ch} = (2.0,98 + 0,26 + 2,1) \cdot \frac{1,91^2}{2 \cdot 9,81}$

$$h_{ch} = 4,22 \cdot \frac{1,91^2}{2 \cdot 9,81} \approx 0,8\text{m}.$$

$$H_r = 6,21 + 1,63 + 7,9 + 0,8 = 16,54\text{m}$$

Với $Q_r = 403,2 \text{ l/s}$; $H_r = 16,54\text{m}$ chọn được máy bơm nước rửa lọc phù hợp. Ngoài 1 máy bơm rửa lọc công tác, phải chọn 1 máy bơm dự phòng. Với $Q_{gió} = 0,504 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{gió} = 3\text{m}$ sẽ chọn được máy bơm gió phù hợp.

Tỉ lệ lượng nước rửa so với lượng nước vào bể lọc tính theo công thức (4-60).

$$P = \frac{W \cdot f \cdot t_l \cdot 60 \cdot N \cdot 100}{Q \cdot T_o \cdot 1000} \text{ (%)}$$

$$P = \frac{12 \cdot 33,6 \cdot 6 \cdot 60 \cdot 8 \cdot 100}{1500 \cdot 11,38 \cdot 1000} = 6,8\%$$

Trong đó : $T_o = \frac{T}{n} - (t_1 + t_2 + t_3) \text{ (giờ)}$

$$T_o = \frac{24}{2} - (0,1 + 0,17 + 0,35) = 11,38 \text{ giờ}$$

IV. BỂ LỌC NHANH 2 LỚP

Bể lọc nhanh 2 lớp, có nguyên tắc làm việc, cấu tạo và tính toán hoàn toàn giống bể lọc nhanh phổ thông. Bể này chỉ khác bể lọc nhanh phổ thông là có 2 lớp vật liệu lọc :

Lớp phía dưới là cát thạch anh, có đường kính $d = 0,5 \div 1,2\text{mm}$ có đường kính tương đương là $d_{td} = 0,7 \div 0,75\text{mm}$. Hệ số không đồng nhất $K = 2$. Chiều dày lớp cát lọc lấy bằng $L_1 = 400 \div 500\text{mm}$.

Lớp phía trên là lớp than ăngtraxít nghiền nhỏ có cỡ hạt lớn hơn $d = 0,8 \div 1,8\text{mm}$, $d_{td} = 1,1 \div 1,2\text{mm}$, $K = 2$ và $L_2 = 400 \div 500\text{mm}$.

Như vậy chiều dày tổng cộng của lớp vật liệu lọc là : $L = L_1 + L_2 = 800 \div 1000\text{mm}$.

Nhờ có lớp vật liệu lọc phía trên có cỡ hạt lớn hơn nên độ rỗng lớn hơn. Do đó sức chứa cặn bẩn của bể tăng lên từ $2 \div 2,5$ lần so với bể lọc nhanh phổ thông. Vì vậy có thể tăng tốc độ lọc của bể và kéo dài chu kì làm việc của bể.

Tuy nhiên, khi rửa bể lọc có 2 lớp vật liệu lọc thì cát và than rất dễ xáo trộn lẫn nhau. Do đó chỉ dùng biện pháp rửa nước thuận túy để rửa bể lọc nhanh 2 lớp vật liệu lọc. Cường độ rửa lấy từ $17 \div 19 \text{ l/s.m}^2$. Thời gian rửa $6 \div 8$ phút với mức độ mở rộng của lớp vật liệu lọc $e = 50\%$.

V - BỂ LỌC SƠ BỘ

Bể lọc sơ bộ còn được gọi là bể lọc phá được sử dụng để làm sạch nước sơ bộ trước khi làm sạch triệt để trong bể lọc chậm.

Bể lọc sơ bộ có nguyên tắc làm việc giống như bể lọc nhanh phổ thông.

Tốc độ lọc tính toán qua bể cần lấy trong khoảng từ $3 \div 5 \text{ m/h}$ tùy theo độ đục của nước cần lọc. Số bể lọc sơ bộ trong 1 trạm không được nhỏ hơn 2. Cỡ hạt vật liệu cát và sỏi, chiều cao lớp vật liệu lấy theo bảng (4-8).

Bảng 4-8

Cỡ hạt vật liệu lọc (mm)	Chiều cao mỗi lớp (mm)
1 ÷ 2	700
2 ÷ 5	100
5 ÷ 10	100
10 ÷ 20	100
20 ÷ 40	150

Chiều cao lớp nước trên bề mặt lớp vật liệu lọc cần lấy bằng 1,5m.

Rửa bể lọc sơ bộ thường dùng phương pháp rửa nước thuận túy hoặc gió nước kết hợp. Hệ thống phân phối nước rửa phải là hệ thống trở lực lớn. Cường độ rửa nước lấy bằng $12 \div 14 \text{ l/s.m}^2$, thời gian rửa là $6 \div 7$ phút. Để rửa bể phải sử dụng nước sạch.

VI. BỂ LỌC ÁP LỰC

Bể lọc áp lực là một loại bể lọc nhanh kín, thường được chế tạo bằng thép có dạng hình trụ đứng (cho công suất nhỏ) và hình trụ ngang (cho công suất lớn).

Bể lọc áp lực được sử dụng trong dây chuyền xử lý nước mặt có dùng chất phản ứng khi hàm lượng cặn của nước nguồn đến 50 mg/l, độ màu đến 80 độ với công suất trạm xử lý đến 3000 m³/ngày, hay dùng trong dây chuyền khử sắt khi dùng ezectơ thu khí với công suất nhỏ hơn 500 m³/ngày và dùng máy nén khí cho công suất bất kì.

Do bể làm việc dưới áp lực, nên nước cần xử lý được đưa trực tiếp từ trạm bơm cấp I vào bể, rồi đưa trực tiếp vào mạng lưới không cần trạm bơm cấp II.

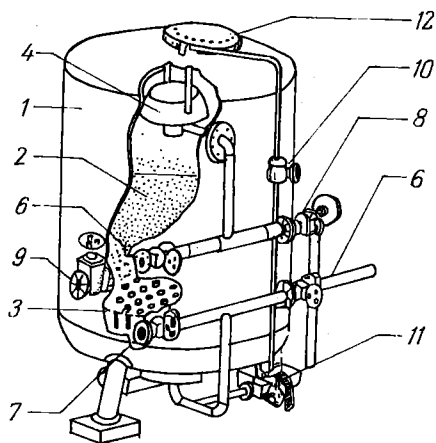
Bể lọc áp lực có thể chế tạo sẵn trong xưởng. Khi không có điều kiện chế tạo sẵn có thể dùng thép tấm hàn, ống thép... để chế tạo bể.

Các chỉ tiêu cơ bản của bể lọc áp lực với áp lực công tác đến 6at được trình bày ở bảng 4-9.

Bảng 4-9

Các chỉ tiêu	Đơn vị	Đường kính ngoài của bể (mm)				
		1030	1525	2000	2500	3040
Chiều cao xây dựng	mm	2340	2980	3300	3600	3800
Đường kính ống dẫn nước vào bể	mm	80	80	80	100	100
Đường kính ống dẫn nước rửa bể	mm	80	100	150	200	200
Đường kính ống dẫn mới lọc và xả khô bể	mm	80	80	80	100	100
Trọng lượng kim loại (không kể phụ tùng)	kg	1120	1770	3250	4830	7050
Trọng lượng kể cả vật liệu chất trong bể	tấn	3,7	8,7	20	26	39
Chiều cao vật liệu lọc	mm	1200	1200	1200	1200	1200

Cấu tạo bể lọc áp lực được giới thiệu trên hình 4-21.

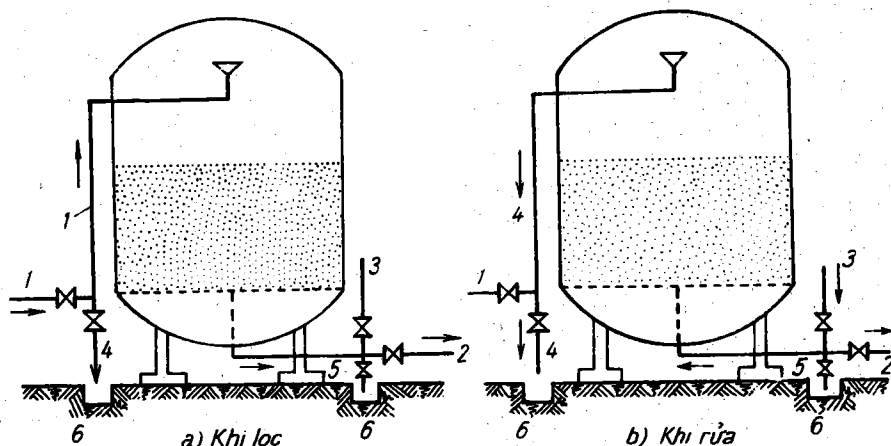


Hình 4-21 : Cấu tạo bể lọc áp lực

- 1- Vỏ bể ; 2- Cát lọc ;
- 3- Sàn chụp lọc ;
- 4- Phễu đưa nước vào bể ;
- 5- Ống dẫn nước vào bể ;
- 6- Ống dẫn nước đã lọc ;
- 7- Ống dẫn nước rửa lọc ;
- 8- Ống xả nước rửa lọc ;
- 9- Ống gió rửa lọc ;
- 10- Van xả khí ;
- 11- Van xả kiệt ;
- 12- Lỗ thăm.

Các bộ phận và thiết bị của bể lọc áp lực về cơ bản cũng giống bể lọc nhanh phổ thông. Nguyên tắc làm việc của bể cũng tương tự. Nước được đưa vào bể qua 1 phễu bố trí ở đỉnh bể, qua lớp cát lọc, lớp đỡ vào hệ thống thu nước trong, đi vào đáy bể và phát vào mạng lưới. Khi rửa bể, nước từ đường ống áp lực chảy ngược từ dưới lên trên qua lớp cát lọc và vào phễu thu, chảy theo ống thoát nước rửa xuống mương thoát nước dưới sàn nhà.

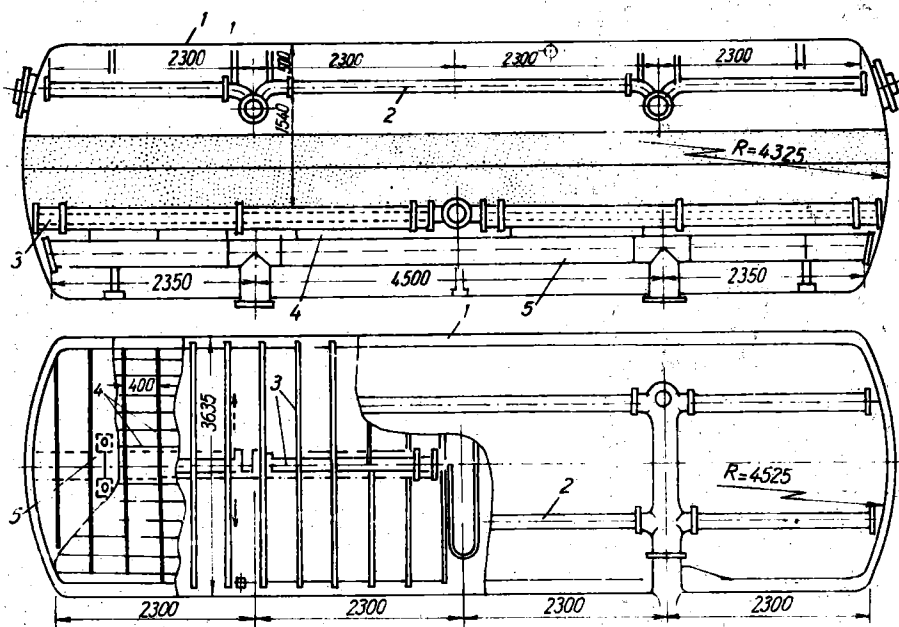
Ngoài ra, bể lọc áp lực còn được trang bị ống xả khí nối với đỉnh bể, van xả khí đặt ở nóc bể để thoát khí động ở nóc bể. Bố trí các áp lực kế trên ống nước vào và ra khỏi bể để kiểm tra tổn thất áp lực qua bể. Bể chế tạo có tai để dễ dàng cấu, lắp và có nắp đáy với bulông xiết chặt để có thể tháo mở khi thay rửa cát lọc hoặc sửa chữa. Hình (4-22) giới thiệu sơ đồ nguyên tắc làm việc của bể lọc áp lực.



Hình 4-22 : Sơ đồ nguyên tắc làm việc của bể lọc áp lực

- 1- Ống nước vào bể ; 2- Ống nước đã lọc ; 3- Ống nước rửa bể ;
4- Ống tháo nước rửa ; 5- Ống xả nước lọc đầu ; 6- Mương thoát nước.

Bể lọc áp lực loại nằm ngang được giới thiệu trên hình (4-23)



Hình 4-23 : Bể lọc áp lực nằm ngang
1- Thành bể ;
2- Ống châm lỗ phía trên phân phối nước vào bể và thu nước rửa lọc ;
3- Ống phân phối gió ;
4- Sàn rút nước có khe ;
5- Ống châm lỗ phía dưới rút nước trong và phân phối nước rửa lọc.

Tính toán bể lọc áp lực, cũng tương tự như bể lọc nhanh phổ thông. Các thông số tính toán của bể lọc áp lực có thể lấy theo bảng (4-10).

Bảng 4.10 : Các chỉ tiêu về vật liệu lọc và tốc độ lọc của bể lọc áp lực

Loại bể lọc	Đặc điểm lớp vật liệu lọc					Tốc độ lọc (m/h),	
	d_{min} (mm)	d_{max} (mm)	d_{td} (mm)	K	L(mm)	bình thường	tăng cường
Lọc 1 lớp	0,5	1,2	$0,7 \div 0,75$	$2,0 \div 2,2$	$700 \div 800$	10	15
	0,7	1,5	$0,9 \div 1,0$	$1,8 \div 2,0$	$1200 \div 1300$	15	20
Lọc 2 lớp : - cát - than ống ângtraxit	0,5	1,2	$0,7 \div 0,75$	2	$400 \div 500$	15	20
	0,8	1,8	$1,1 \div 1,2$	2	$400 \div 500$		

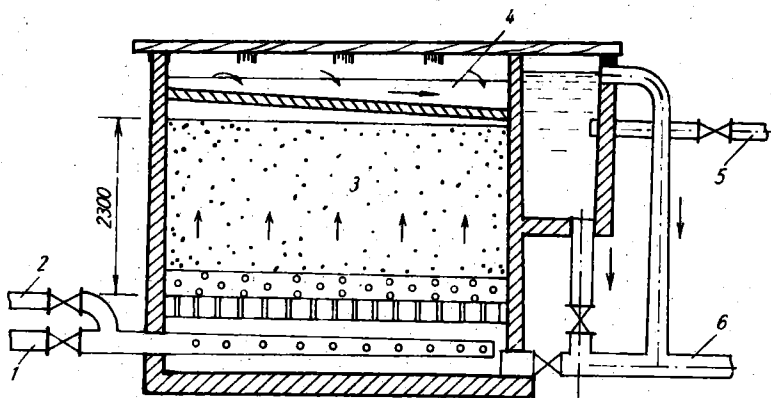
Khi đã xác định được diện tích bể lọc, có thể sử dụng bảng (4-9) để chọn kích thước bể và số bể cần thiết. Tổn thất áp lực bể lọc áp lực ở cuối chu kì lọc có thể lên tới $6 \div 7$ m.

Việc rửa bể lọc áp lực cũng tương tự như rửa bể lọc nhanh phổ thông với cường độ rửa, thời gian rửa và trình tự rửa hoàn toàn tương tự.

VII. BỂ LỌC TIẾP XÚC

Bể lọc tiếp xúc được sử dụng trong dây chuyền công nghệ xử lý nước mặt có dùng chất phản ứng đối với nguồn nước có hàm lượng cặn đến 150 mg/l, độ màu đến 150 độ (thường là nước hồ) với công suất bất kì hoặc khử sắt trong nước ngầm cho trạm xử lý có công suất đến $10.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$. Khi dùng bể lọc tiếp xúc, dây chuyền công nghệ xử lý nước mặt sẽ không cần có bể phản ứng và bể lắng. Hỗn hợp nước phèn sau khi qua bể trộn vào thẳng bể lọc tiếp xúc, còn dây chuyền khử sắt sẽ không cần có bể lắng tiếp xúc, nước ngầm sau khi qua dàn mưa hoặc thùng quạt gió vào thẳng bể lọc tiếp xúc.

Cấu tạo và sơ đồ nguyên tắc làm việc của bể lọc tiếp xúc được giới thiệu trên hình (4-24).



Hình 4-24 : Bể lọc tiếp xúc.

- 1- Ống dẫn nước cần lọc ; 2- Ống dẫn nước rửa ; 3- Cát lọc ;
4- Màng thu nước lọc hoặc ràn ; 5- Ống dẫn nước sạch ; 6- Ống dẫn nước rửa và xả đáy.

Trong bể lọc tiếp xúc, quá trình lọc xảy ra theo chiều từ dưới lên trên. Nước đã pha phen theo ống dẫn nước vào bể qua hệ thống phân phối nước lọc, qua lớp cát lọc rồi tràn vào máng thu nước và theo đường ống dẫn nước sạch sang bể chứa.

Khi rửa bể lọc tiếp xúc, nước rửa theo đường ống dẫn nước rửa (nếu rửa nước thuần túy) và gió theo đường ống dẫn gió (nếu rửa bằng gió nước kết hợp) vào hệ thống phân phối thổi tung lớp cát lọc, mang cặn bẩn tràn vào máng thu nước rửa và chảy vào mương thoát nước.

Như vậy, khi lọc và khi rửa nước đều đi ngược chiều từ dưới lên trên. Máng thu nước lọc đồng thời cũng là máng thu nước rửa lọc. Vì nước lọc sạch lấy ra ở phía trên, nên mặt bể phải đậy kín bằng nắp đậy để tránh nhiễm bẩn và nhiễm trùng nước trở lại. Trên nóc bể phải bố trí cửa có nắp đậy để lên xuống thau rửa hoặc sửa chữa và phải có ống thông hơi cho bể.

Vật liệu lọc dùng cho bể lọc tiếp xúc phải là cát thạch anh và sỏi hoặc các loại vật liệu khác đáp ứng được yêu cầu sử dụng và không bị lơ lửng trong quá trình lọc nước. Cỡ hạt vật liệu lọc của bể lọc tiếp xúc phải lấy bằng $0,7 + 2 \text{ mm}$, đường kính tương đương là $0,9 + 1,4 \text{ mm}$ và hệ số không đồng nhất $K = 2,5$. Chiều dày lớp cát lọc tùy theo loại bể lọc tiếp xúc và hệ thống phân phối lấy $L = 2 + 2,3 \text{ m}$.

Tốc độ lọc tính toán lấy theo bảng (4.11). Thời gian một chu kì lọc ứng với tốc độ lọc tính toán không được nhỏ hơn 8 giờ.

Bảng 4.11

Số bể lọc tiếp xúc	3	4	5	6 và lớn hơn
Tốc độ lọc tính toán (m/h)	4	4,5	4,8	5

Khi sửa chữa 1 bể, những bể còn lại phải làm việc ở chế độ tăng cường với tốc độ lọc không quá 6 m/h và thời gian của một chu kì làm việc không được nhỏ hơn 6 giờ.

Bể lọc tiếp xúc có thể làm việc với tốc độ lọc không đổi trong suốt một chu kì làm việc hoặc với tốc độ lọc thay đổi giảm dần đến cuối chu kì sao cho tốc độ lọc trung bình phải bằng tốc độ lọc tính toán.

Việc rửa vật liệu lọc của bể lọc tiếp xúc phải thực hiện bằng dòng nước đi lên (nếu rửa nước thuần túy) hoặc phối hợp bằng nước và không khí (nếu rửa bằng gió nước kết hợp). Để phân phối nước rửa đều trên toàn diện tích bể phải dùng hệ thống phân phối trở lực lớn có hoặc không có lớp sỏi đỡ. Có thể dùng nước sạch hoặc chưa sạch để rửa bể lọc tiếp xúc. Rửa bằng nước chưa sạch cho phép trong điều kiện có xử lí sơ bộ bằng lưới quay hay microphin, độ đục không quá 10mg/l ; chỉ số coli không quá 1000 con/lít và có khử trùng.

Khi sử dụng nước thuần túy : cường độ rửa nước phải lấy bằng $13 + 15 \text{ l/s-m}^2$, với thời gian rửa $7 + 8$ phút.

Khi rửa nước gió phối hợp : phải tuân theo chế độ rửa sau : thổi không khí với cường độ $18 + 20 \text{ l/s-m}^2$ trong thời gian $1 + 2$ phút. Sau đó rửa phối hợp không khí và nước với cường

độ nước $2 \div 3 \text{ l/s-m}^2$ trong $6 \div 7$ phút. Cuối cùng rửa bằng nước với cường độ $6 \div 7 \text{ l/s-m}^2$ trong thời gian $4 \div 6$ phút.

Khi dùng hệ thống phân phối trở lực lớn, tỉ số giữa diện tích lỗ của hệ thống phân phối và diện tích bể lọc phải lấy bằng 0,2% khi có lớp sỏi đỡ, $0,25 \div 0,27\%$ khi không có lớp sỏi đỡ nhưng có mái che bên sườn.

Tính toán hệ thống phân phối trở lực lớn có lớp sỏi đỡ và máng thu, chiều dày và cỡ hạt của lớp sỏi đỡ tương tự như trong bể lọc nhanh phổ thông. Khi rửa phối hợp bằng không khí và nước vào bể lọc có lớp sỏi đỡ thì chiều cao lớp sỏi đỡ cỡ $5 \div 10 \text{ mm}$ phải lấy bằng $150 \div 200 \text{ mm}$, lớp sỏi cỡ hạt $2 \div 5 \text{ mm}$ phải lấy bằng $300 \div 400 \text{ mm}$.

Khi sử dụng hệ thống phân phối không có lớp sỏi đỡ phải hàn dọc ống phân phối những tấm che bên sườn, giữa chúng hàn những vách ngăn chia khoảng không gian dưới ống thành những ô chữ nhật-mỗi ô bao 2 lỗ trên ống. Chiều cao tấm che, khoảng cách từ đáy tấm che đến đáy bể và khoảng cách giữa các trục ống và lỗ phải lấy theo bảng (4.12).

Bảng 4.12

Kích thước hệ thống phân phối của bể lọc tiếp xúc				
Đường kính ống nhánh (mm)	Chiều cao từ mép dưới tấm che tới đáy bể (mm)	Chiều cao của tấm che từ mép dưới đến tim ống nhánh (mm)	Khoảng cách giữa tim các ống nhánh (mm)	Khoảng cách giữa các tim lỗ (mm)
75	$90 \div 100$	140	$240 \div 260$	$130 \div 140$
100	$100 \div 110$	160	$280 \div 300$	$140 \div 160$
125	$100 \div 120$	180	$320 \div 340$	$160 \div 180$

Để xả kiệt bể lọc tiếp xúc, cần đặt ống xả có thiết bị lưới chắn bảo vệ để phòng vật liệu lọc lọt ra ngoài. Để đảm bảo thu nước trong đồng đều trên toàn bộ diện tích bể, mép máng thu phải có khe tràn tam giác cao $40 \div 60 \text{ mm}$. Khoảng cách giữa các tim khe tràn không được lớn hơn $100 \div 150 \text{ mm}$.

Mép dưới của ống dẫn nước ra khỏi bể lọc phải cao hơn mực nước trong máng tập trung khi rửa không nhỏ hơn 0,3 m.

Tính toán diện tích bể lọc tiếp xúc tương tự như công thức tính diện tích bể lọc nhanh phổ thông và có tính đến thời gian xả nước lọc đầu. Khi rửa nước thuần túy bằng nước sạch, thời gian xả nước lọc đầu lấy bằng $5 \div 10$ phút, rửa bằng nước không sạch là $10 \div 15$ phút, rửa bằng nước và không khí phối hợp tương ứng bằng $5 \div 7$ phút và $7 \div 10$ phút. Thời gian ngừng bể lọc để rửa phải lấy bằng 0,33 giờ.

Áp lực cần thiết trước bể lọc tiếp xúc tính từ cao độ của mép máng tràn phải lấy bằng tổng tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc, trong lớp đỡ và trong ống dẫn (có kể đến tổn thất cục bộ trong ống và tổn thất qua thiết bị đo tốc độ lọc). Tổn thất áp lực trong lớp cát lọc lấy bằng chiều dày lớp cát lọc.

Ưu điểm của bể lọc tiếp xúc : Khả năng chứa cặn cao, chu kì làm việc kéo dài. Đơn giản hóa dây chuyền công nghệ xử lí nước.

Nhược điểm : Tốc độ lọc bị hạn chế nên diện tích bể lọc lớn. Hệ thống phân phối hay bị tắc, nhất là trường hợp trong nước chứa nhiều sinh vật và phù du rong tảo.

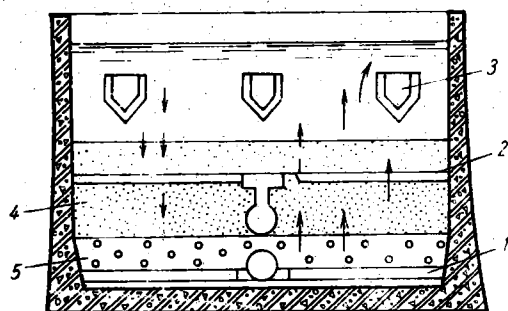
VIII. CÁC LOẠI BỂ LỌC KHÁC

8.1 Bể lọc hai chiều

Bể lọc 2 chiều hay còn gọi là bể lọc AKX vì do một số nhà khoa học thuộc việc hàn lâm các công trình công cộng Liên Xô (cũ) khởi thảo (viết tắt là AKX).

Trong bể lọc nhanh phổ thông hay các loại bể lọc 1 chiều, khi bể làm việc chỉ có lớp cát phía trên bị bẩn, còn lớp cát phía dưới hầu như không dùng đến. Trong bể lọc 2 chiều, nước lọc đi vào bể theo cả 2 chiều : từ trên xuống và từ dưới lên. Nước đã lọc sạch được thu vào ống rút nước trong ở giữa lớp cát lọc.

Cấu tạo bể lọc nhanh 2 chiều được giới thiệu trên hình (4-25).



Hình 4-25 : Bể lọc nhanh 2 chiều.

→ Chu trình lọc.

→ Chu trình rửa lọc

1- Hệ thống phân phối nước rửa và nước cần lọc ;

2- Hệ thống thu nước lọc ;

3- Máng phân phối cần lọc và thu nước rửa ;

4- Lớp cát ;

5- Lớp sỏi đỡ.

Khi lọc : nước đi theo đường ống chính vào bể được chia làm hai phần. Một phần nước sẽ đi vào máng phân phối, tràn vào lớp cát lọc ở phía trên. Một phần nước sẽ đi vào hệ thống phân phối ở phía dưới rồi đi qua lớp cát lọc lên và cả 2 phần nước này sẽ được đưa vào ống rút nước trong ở giữa bể và được dẫn sang bể chứa

Khi rửa : nước rửa theo đường ống chính dẫn nước rửa vào 2 hệ thống phân phối nước rửa ở giữa và ở dưới đáy bể qua lớp cát lọc và tràn vào máng thu nước ở phía trên, rồi theo đường ống dẫn nước đã rửa vào mương thoát nước rửa

Nước lọc đi vào bể phần lớn là từ dưới lên qua lớp vật liệu lọc cỡ lớn hơn, do đó độ bẩn đều hơn trong toàn chiều dày lớp vật liệu lọc ở dưới. Mức tăng độ bẩn và tăng tổn thất áp lực chậm hơn, nên chu kì làm việc của bể được kéo dài.

8.2. Bể lọc hạt lớn

Bể lọc hạt lớn được dùng để làm trong một phần nước cung cấp cho sản xuất có sử dụng hoặc không sử dụng chất phản ứng.

Lượng cặn giữ lại trong bể lọc hạt lớn là 50 ÷ 70% hàm lượng cặn trong nước nguồn khi không dùng phèn và 3 ÷ 5 mg/l khi có dùng phèn. Bể lọc hạt lớn có thể là bể lọc hồ hoặc bể lọc áp lực. Nếu là bể lọc hồ, phải đảm bảo lớp nước trên mặt cát lọc là 1 ÷ 1,5 m. Nếu là bể lọc áp lực, phải tính toán với tổn thất áp lực giới hạn của lớp vật liệu lọc và trong hệ thống thu nước lọc đến 15 m cột nước.

Rửa bể lọc hạt lớn bằng gió và nước kết hợp. Cường độ nước và không khí khi rửa lấy theo bảng (4-13)

Bảng 4-13 : Cường độ nước và không khí khi rửa bể lọc hạt lớn

Vật liệu lọc	Cỡ hạt vật liệu lọc (mm)	Hệ số không đồng nhất	Chiều cao lớp vật liệu lọc (m)	Tốc độ lọc (m/h)	Cường độ rửa (l/s-m ²)	
					Nước	Không khí
Cát thạch anh	1 ÷ 2	1,8	1,5 ÷ 2,0	10 ÷ 12	6 ÷ 8	15 ÷ 20
	1,6 ÷ 2,5	2,0	2,5 ÷ 3,0	13 ÷ 15	6 ÷ 8	18 ÷ 25

Trình tự rửa như sau : rửa bằng nước với cường độ $6 \div 8 \text{ l/sm}^2$ trong 1 phút, sau đó rửa bằng nước và không khí kết hợp với cường độ nước $3 \div 4 \text{ l/sm}^2$ và không khí $15 \div 25 \text{ l/s m}^2$ trong vòng 5 phút. Cuối cùng rửa nước với cường độ $6 \div 8 \text{ l/sm}^2$ trong 2 phút.

Diện tích bể lọc hạt lớn tính theo công thức

$$F = \frac{Q}{T v_1 - 3,6W(W_1 t_1 + W_2 t_2 + W_3 t_3) - n t_4 v_1} \quad (\text{m}^2) \quad (4-61)$$

Trong đó :

Q : Công suất có ích của các bể lọc ($\text{m}^3/\text{ngày đêm}$)

T : Thời gian làm việc của trạm trong 1 ngày (giờ)

v_1 : Tốc độ lọc tính toán (m/h)

n : Số lần rửa 1 bể trong 1 ngày đêm

$W_1 t_1$: Cường độ và thời gian súc vật liệu lọc giai đoạn đầu

$W_2 t_2$: Cường độ nước và thời gian rửa phối hợp nước và không khí

$W_3 t_3$: Cường độ và thời gian rửa ở giai đoạn cuối cùng

t_4 : Thời gian ngừng bể để rửa (giờ)

Khi số bể trong trạm đến 10, cho phép ngừng 1 bể để sửa chữa khi số bể trong trạm lớn hơn 10, được phép ngừng 2 bể để sửa chữa các thông số khác tính toán theo bể lọc nhanh phổ thông.

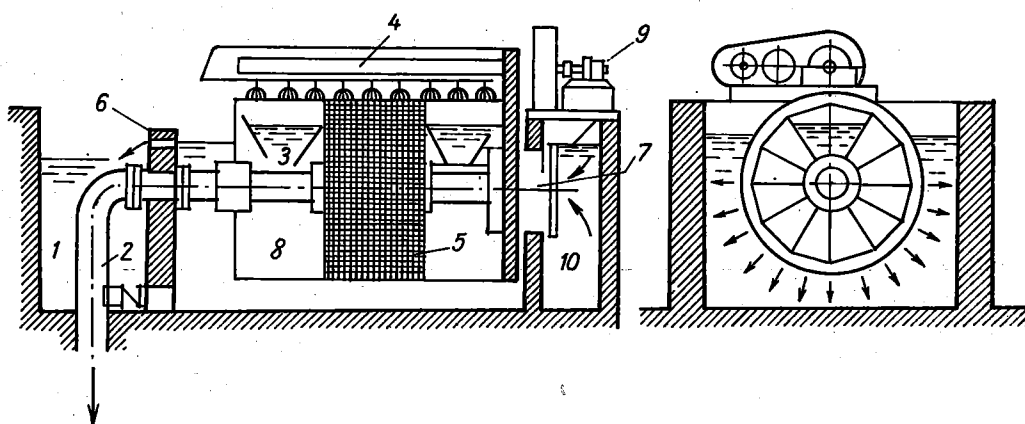
8.3 Lưới lọc

Trong những năm gần đây, người ta thường dùng lưới lọc để làm trong sơ bộ nước mặt chứa các màng thủy sinh rất có hiệu quả, đặc biệt là với nước hồ trong thời kì có độ màu cao.

Trong dây chuyền công nghệ xử lý nước, lưới lọc thường đặt trước bể trộn, sau đó mới qua các công trình xử lý để làm trong nước hoàn toàn.

Lưới lọc làm bằng kim loại không rỉ hay bằng ni lông có sườn thép hình trụ quy chung quanh trục nằm ngang. Mát lưới rất nhỏ khoảng $0,02 \div 0,06 \text{ mm}$. Cường độ lọc lưới đạt tới $10 \div 25 \text{ l/s m}^2$, vòng quay là $1,25 \div 5$ vòng/phút tương ứng với tốc độ $0,3 \text{ m/s}$. Lượng nước rửa lưới lọc chiếm 5% và tổn thất áp lực qua lưới lọc là $0,1 \div 0,5 \text{ m}$. Dùng lưới lọc có thể giữ lại được $25 \div 30\%$ hàm lượng cặn trong nước và $45 \div 90\%$ phù du rong tảo.

Dùng lưới lọc sẽ làm tăng chu kì làm việc trong bể lọc, giảm lượng phèn cho vào nước đến 2,5 lần. Sơ đồ lưới lọc được thể hiện trên hình (4-6)



Hình 4-6 : Lưới lọc

- 1- Mương dẫn nước ra ; 2- Ống xả cặn ; 3- Phễu thu nước rửa
4- Ống dẫn nước rửa ; 5- Lưới ; 6- Nước đã lọc ; 7- Ống dẫn nước vào
8- Ngăn đặt lưới ; 9- Động cơ và hệ chuyển động ; 10- Mương dẫn nước vào

Chương V

KHỬ SẮT VÀ MANGAN TRONG NƯỚC

A. KHỬ SẮT

I. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỬ SẮT

Trong nước thiên nhiên, kể cả nước mặt và nước ngầm đều có chứa sắt. Hàm lượng sắt và dạng tồn tại của chúng tùy thuộc vào từng loại nguồn nước, điều kiện môi trường và nguồn gốc thành tạo của chúng. Trong nước mặt, sắt tồn tại ở dạng hợp chất Fe^{3+} , thường là $\text{Fe}(\text{OH})_3$ không tan ở dạng keo hay huyền phù, hoặc ở dạng hợp chất hữu cơ phức tạp ít tan. Hàm lượng sắt trong nước mặt thường không lớn và sẽ được khử trong quá trình làm trong nước.

Trong nước ngầm, sắt thường tồn tại ở dạng ion, sắt có hóa trị 2 (Fe^{2+}) là thành phần của các muối hòa tan như : bicacbonat $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$; Sun phat FeSO_4 . Hàm lượng sắt có trong các nguồn nước ngầm thường cao và phân bố không đồng đều trong các lớp trầm tích dưới sâu.

Nước có hàm lượng sắt cao, làm cho nước có mùi tanh và có nhiều cặn bẩn màu vàng, gây ảnh hưởng rất xấu đến chất lượng nước ăn uống sinh hoạt và sản xuất. Vì vậy, khi trong nước có hàm lượng sắt lớn hơn giới hạn cho phép thì phải tiến hành khử sắt.

Hiện nay có nhiều phương pháp khử sắt của nước ngầm, có thể chia thành 3 nhóm chính như sau :

- Khử sắt bằng phương pháp làm thoáng
- Khử sắt bằng phương pháp dùng hóa chất
- Các phương pháp khử sắt khác.

Sau đây chúng ta sẽ nghiên cứu các phương pháp khử sắt hiện nay.

1.1. Khử sắt bằng phương pháp làm thoáng

Thực chất của phương pháp khử sắt bằng làm thoáng là làm giàu ôxi cho nước, tạo điều kiện để Fe^{2+} ôxi hóa thành Fe^{3+} , sau đó Fe^{3+} thực hiện quá trình thủy phân để tạo thành hợp chất ít tan $\text{Fe}(\text{OH})_3$, rồi dùng bể lọc để giữ lại. Làm thoáng có thể là : làm thoáng tự nhiên hay làm thoáng nhân tạo. Sau khi làm thoáng, quá trình ôxi hóa Fe^{2+} và thủy phân Fe^{3+} có thể xảy ra trong môi trường tự do, môi trường hạt hay môi trường xúc tác.

Sau đây là các trường hợp cụ thể.

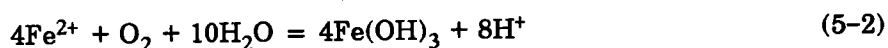
1. *Phản ứng ôxi hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} và thủy phân Fe^{3+} trong môi trường tự do (phản ứng đồng thể).*

(Đây là trường hợp khử sắt bằng dàn mưa hay thùng quạt gió).

Trong nước ngầm, sắt (II) bicacbonat là muối không bền vững, thường phân li theo dạng sau :



Nếu trong nước có ôxi hòa tan, quá trình ôxi hóa và thủy phân diễn ra như sau :



Đồng thời xảy ra phản ứng phụ :



Tốc độ củ phản ứng ôxi hóa được biểu thị theo phương trình sau :

$$v = \frac{d[\text{Fe}^{2+}]}{dt} = \frac{[\text{Fe}^{2+}][\text{O}_2]}{[\text{H}^+]^2} \cdot K \quad (5-4)$$

Đây chính là phương trình của Just.

Trong đó :

v : Tốc độ ôxi hóa

$\frac{d[\text{Fe}^{2+}]}{dt}$: Sự biến thiên nồng độ $[\text{Fe}^{2+}]$ theo thời gian t.

$[\text{Fe}^{2+}]$; $[\text{H}^+]$; $[\text{O}_2]$: nồng độ các ion Fe^{2+} ; H^+ và ôxi hòa tan trong nước.

K : Hằng số tốc độ phản ứng, phụ thuộc vào nhiệt độ và chất xúc tác.

Theo phương trình của Just, tốc độ ôxi hóa Fe^{2+} tỉ lệ thuận với $[\text{Fe}^{2+}]$ và $[\text{O}_2]$, tỉ lệ nghịch với $[\text{H}^+]$.

Như vậy, quá trình chuyển hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố : pH ; O_2 ; hàm lượng sắt của nước ngầm, CO_2 ; độ kiềm, nhiệt độ, thời gian phản ứng. Ngoài ra tốc độ ôxi hóa Fe^{2+} còn phụ thuộc vào thế ôxi hóa khử tiêu chuẩn Eo.

Các yếu tố này ảnh hưởng đến quá trình ôxi hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} theo mối quan hệ sau : quá trình thủy phân giải phóng H^+ (5-2), nếu môi trường đã có quá nhiều H^+ (tức là pH thấp) thì phản ứng sẽ bị kìm hãm. Mặt khác trong nước đã có sẵn ion HCO_3^- , sẽ tác dụng với H^+ vừa được giải phóng để tạo thành H_2O và CO_2 (5-3). Hàm lượng HCO_3^- càng lớn (tức là độ kiềm lớn) thì tốc độ phản ứng xảy ra càng nhanh. Ngoài ra độ kiềm còn cần thiết cho quá trình thủy phân Fe^{3+} ở dạng ion thành dạng hidrôxít $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Nếu trong nước tồn tại các chất hòa tan như : H_2S ; NH_3 ; các chất hữu cơ, chúng sẽ gây cản trở quá trình ôxi hóa Fe^{2+} . Do đó khi làm thoáng phải đuổi hết H_2S để quá trình ôxi hóa Fe^{2+} xảy ra thuận lợi.

Chính vì vậy, khi khử sắt bằng phương pháp làm thoáng, quy phạm quy định :

$\text{H}_2\text{S} < 0,2 \text{ mg/l}$; $\text{NH}_4 < 1 \text{ mg/l}$; độ ôxi hóa của nước $< 0,15 [\text{Fe}^{2+}] + 3 \text{ mg O}_2/\text{l}$.

Sau khi làm thoáng, nước phải có pH > 7 ; độ kiềm $> 2 \text{ mgd/l}$.

Khi tất cả các ion Fe^{2+} hòa tan trong nước đã chuyển hóa thành các bông cặn $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Việc loại bỏ các bông cặn ra khỏi nước được thực hiện ở bể lọc chủ yếu theo cơ chế giữ cặn cơ học.

2. Phản ứng ôxi hóa Fe^{2+} và thủy phân Fe^{3+} trong môi trường dị thể của lớp vật liệu lọc

(Khử sắt bằng làm thoáng đơn giản và lọc).

Trường hợp này làm thoáng chỉ để cung cấp ôxi cho nước. Khi làm thoáng, Fe^{2+} được ôxi hóa thành Fe^{3+} với tỉ lệ nhỏ. Quá trình ôxi hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} và thủy phân Fe^{3+} thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ chủ yếu xảy ra trong lớp vật liệu lọc.

Quá trình làm thoáng như vậy, sẽ tạo ra trên bề mặt các hạt vật liệu lọc một lớp màng. Lớp màng này có cấu tạo từ các hợp chất sắt như : Fe^{2+} , Fe^{3+} , $\text{Fe}(\text{OH})_2$; $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Sau khi lớp màng được hình thành, sẽ có tác dụng xúc tác làm tăng tốc độ ôxi hóa Fe^{2+} , lớp màng này còn có khả năng hấp phụ O_2 . Khi Fe^{2+} đến gần bề mặt lớp màng xúc tác, quá trình ôxi hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} và thủy phân Fe^{3+} thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ xảy ra ngay trên lớp màng. Tốc độ ôxi hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} và thủy phân Fe^{3+} thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ngay trên lớp màng lớn hơn rất nhiều trong môi trường đồng thể. Như vậy trong bể lọc không phải chỉ xảy ra quá trình lọc các cặn sắt không tan, mà là một quá trình phức tạp. Thời gian để tạo thành lớp màng xúc tác gọi là thời gian luyện vật liệu lọc. Thời gian này lớn hay bé phụ thuộc nhiều yếu tố như : cỡ hạt (cỡ hạt càng lớn, thời gian luyện càng lâu), chiều dày lớp vật liệu lọc (chiều dày lớp vật liệu lọc lớn, thời gian luyện nhỏ), tốc độ lọc (tốc độ lọc lớn, thời gian luyện nhỏ), hàm lượng cặn (hàm lượng cặn càng lớn, thời gian luyện càng nhỏ). Thời gian luyện cát lọc thay đổi trong phạm vi rộng từ 140 ÷ 330 giờ.

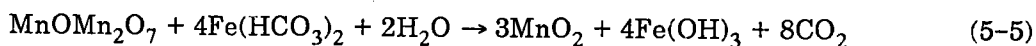
Để rút ngắn thời gian luyện cát lọc, người ta đưa thêm vào dung dịch FeSO_4 5% với tỉ lệ sao cho hàm lượng sắt trong nước đạt 30 ÷ 40 mg/l.

Cho đến nay đã có nhiều nghiên cứu về cấu tạo và thành phần của lớp màng xúc tác, cũng như tác dụng của nó đối với quá trình khử sắt trong bể lọc. Nước sau khi ra khỏi bể lọc, hàm lượng sắt còn lại trong nước đạt tiêu chuẩn nước ăn uống sinh hoạt.

Tuy nhiên, để việc khử sắt trong môi trường dị thể của lớp vật liệu lọc đem lại hiệu quả kinh tế cao, quy phạm quy định phạm vi ứng dụng sơ đồ công nghệ khử sắt bằng làm thoáng đơn giản và lọc như sau : pH > 6,8. Hàm lượng sắt hóa trị hai trong nước ngầm không được lớn hơn 15 mg/l. Độ ô xi hóa của nước ngầm không lớn hơn $[0,15(\text{Fe}^{2+}) \cdot 5]$ mg/l O_2 ; $\text{NH}_4 < 1$ mg/l, độ màu của nước ngay sau khi bơm ra khỏi giếng không được vượt quá 15%.

3. Phản ứng ôxi hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} khi có mặt lớp màng xúc tác là ôxít mangan

Lớp màng ôxít mangan là chất xúc tác làm tăng quá trình ôxi hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} ngay cả trong trường hợp pH thấp (pH < 5). Các phản ứng tại lớp màng xảy ra như sau :



Dưới tác dụng của lớp màng MnOMn_2O_7 khi có hợp chất Fe^{2+} đi qua, MnOMn_2O_7 sẽ làm chất xúc tác, kết thúc phản ứng MnOMn_2O_7 lại được hình thành, nên lớp màng càng dày, quá trình phản ứng xảy ra càng nhanh. Trong quá trình sử dụng, lớp màng tăng lên đến một giới hạn nhất định thì phải bỏ lớp màng đi để thay thế.

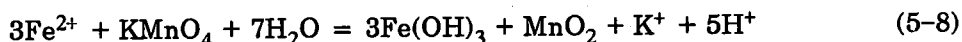
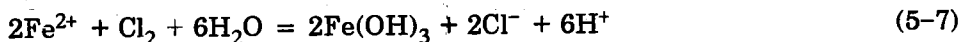
Thực tế luyện cát lọc với KMnO_4 tạo thành lớp màng MnOMn_2O_7 .

Sơ đồ công nghệ : làm thoáng đơn giản trực tiếp trên mặt bể lọc và lọc trong bể lọc thông thường với lớp vật liệu lọc là cát mangan hay cát đen (cát được bao bọc nhân tạo bởi lớp ôxít mangan).

1.2. Khử sắt bằng phương pháp dùng hóa chất

1. Khử sắt bằng các chất oxy hóa mạnh

Các chất oxy hóa mạnh thường sử dụng để khử sắt là : Cl_2 , KMnO_4 , O_3 ... Khi cho các chất oxy hóa mạnh vào nước, phản ứng diễn ra như sau :



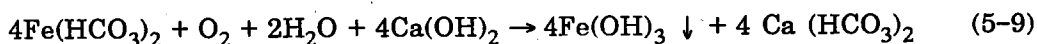
Trong phản ứng, để oxy hóa 1 mg Fe^{2+} , cần 0,64 mg Cl_2 hoặc 0,94 mg KMnO_4 và đồng thời độ kiềm của nước giảm đi 0,018 mgd/l.

So sánh với phương pháp khử sắt bằng làm thoáng ta thấy, dùng chất oxy hóa mạnh phản ứng xảy ra nhanh hơn, pH môi trường thấp hơn ($\text{pH} < 6$). Nếu trong nước có tồn tại các hợp chất như : H_2S , NH_3 thì chúng sẽ gây ảnh hưởng đến quá trình khử sắt.

2. Khử sắt bằng vôi.

Phương pháp khử sắt bằng vôi thường không đứng độc lập, mà kết hợp với các quá trình làm ổn định nước hoặc làm mềm nước. Khi cho vôi vào nước, quá trình khử sắt xảy ra theo 2 trường hợp :

- Trường hợp nước có oxy hòa tan : vôi được coi như chất xúc tác, phản ứng khử sắt diễn ra như sau :



Sắt (III) hydroxit được tạo thành, dễ dàng lắng lại trong bể lắng và giữ lại hoàn toàn trong bể lọc

- Trường hợp nước không có oxy hòa tan : khi cho vôi vào nước phản ứng diễn ra như sau :

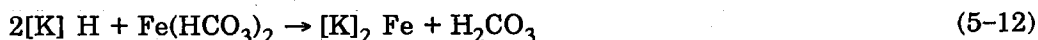
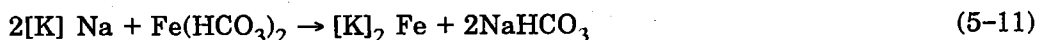


Sắt được khử đi dưới dạng FeCO_3 chứ không phải hydroxit sắt.

1.3. Các phương pháp khử sắt khác

1. Khử sắt bằng trao đổi Cation.

Cho nước đi qua lớp vật liệu lọc có khả năng trao đổi ion. Các ion H^+ và Na^+ có trong thành phần của lớp vật liệu lọc, sẽ trao đổi với các ion Fe^{2+} có trong nước. Kết quả Fe^{2+} được giữ lại trong lớp vật liệu lọc. Lớp vật liệu lọc có khả năng trao đổi ion gọi là Cationit, thường được sử dụng cho nguồn nước có chứa Fe^{2+} ở dạng hòa tan.



Cationit có thể được tái sinh bằng NaCl , HCl .



Cùng với quá trình này, các Ca^{2+} , Mg^{2+} cũng tham gia trao đổi ion. Phương pháp này đem lại hiệu quả khử sắt cao. Thường dùng kết hợp với làm mềm nước (vì đắt tiền).

2. *Khử sắt bằng điện phân* : dùng các cực âm bằng sắt, nhôm, cùng các cực dương bằng đồng, bạch kim hay đồng mạ kền và dùng điện cực hình ống trụ hay hình sợi thay cho tấm điện cực phẳng.

3. *Khử sắt bằng phương pháp vi sinh vật* : Cấy các mầm khuẩn sắt trong lớp cát lọc của bể lọc. Thông qua hoạt động của các vi khuẩn, sắt được loại bỏ ra khỏi nước.

4. *Khử sắt ngay trong lòng đất* : Dựa trên nguyên tắc. Các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} gắn trên khoáng vật của tầng đất đá chứa nước có khả năng trao đổi ion với các ion Fe^{2+} của nước ngầm.

Quá trình khử sắt trong lòng đất được chia thành 2 giai đoạn :

- Giai đoạn làm giàu ôxi : đưa nước bão hòa ôxi vào trong lòng đất để ôxi hóa Fe^{2+} gắn trên khoáng vật thành Fe^{3+} . Sau đó Fe^{3+} bị thủy phân thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ và bứt ra khỏi khoáng vật, đồng thời các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} có trong thành phần của nước lập tức thay thế vị trí của Fe^{2+} trên khoáng vật vừa bị bứt ra. Tạo thành 1 vùng phản ứng xung quanh giếng.

- Giai đoạn khai thác : khi bơm nước khai thác qua vùng phản ứng đã được tạo thành, các ion Fe^{2+} của nước ngầm sẽ thay thế vị trí của các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} gắn trên khoáng vật. Kết quả nước khai thác sẽ được khử hết sắt.

II. SỰ BIẾN ĐỔI THÀNH PHẦN TÍNH CHẤT CỦA NƯỚC KHI KHỬ SẮT

2.1. Độ pH của nước

Độ pH của nước có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình khử sắt. Nếu độ pH của nước nguồn thấp, quá trình ôxi hóa Fe^{2+} và thủy phân Fe^{3+} sẽ xảy ra rất chậm. Khi trong nước nguồn tồn tại nhiều sắt ở dạng bicacbonat $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, thì lượng CO_2 được giải phóng trong quá trình ôxi hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} và thủy phân Fe^{3+} thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ là nguyên nhân làm giảm độ pH của nước, làm chậm trễ quá trình khử sắt. Vì vậy cần phải đuổi CO_2 tự do ra khỏi nước. Điều này có thể được thực hiện nhờ các công trình làm thoáng.

Trên thực tế, công trình làm thoáng đồng thời thực hiện hai chức năng : cung cấp ôxi cho quá trình ôxi hóa Fe^{2+} , đuổi CO_2 tự do ra khỏi nước vào không khí (vì nồng độ CO_2 trong không khí rất thấp 0,04 ÷ 0,1%).

Quá trình ôxi hóa Fe^{2+} và thủy phân Fe^{3+} thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sẽ xảy ra nhanh chóng và triệt để khi độ pH của nước sau làm thoáng phải đạt được 7 ÷ 7,5. Nếu sau làm thoáng độ pH của nước nguồn nhỏ hơn 7 thì sẽ không khử hết sắt trong nước.

Độ pH của nước sau làm thoáng hợp lý, thì thời gian cần thiết để các phản ứng hoàn thành, hay nói cách khác là thời gian nước lưu lại trong bể tiếp xúc nhỏ, sẽ giảm khối tích công trình. Khi độ pH của nước nguồn sau làm thoáng nhỏ, có thể nâng độ pH bằng cách kiềm hóa nước hoặc có biện pháp tăng hiệu quả đuổi CO_2 tự do ra khỏi nước.

2.2. Độ kiềm của nước

Độ kiềm của nước có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình khử sắt và có liên hệ mật thiết với độ pH của nước. Độ kiềm càng lớn, lượng CO_2 tự do trong nước càng nhỏ thì độ pH của nước càng cao.

Độ kiềm trong nước cao là do trong nước có nhiều muối bicacbonat, các muối này không bền vững, dễ dàng tách ra CO_2 tự do. Nếu có biện pháp đuổi CO_2 tự do ra khỏi nước thì sẽ nâng cao được độ pH.

Để ôxi hóa và thủy phân 1 mg Fe^{2+} thì tiêu thụ 0,143 mg O_2 đồng thời làm tăng 1,60 mg CO_2 và độ kiềm giảm 0,036 mgd/l.

Độ kiềm của nước sau khi khử sắt có thể tính theo công thức :

$$K_i = K_{i0} - 0,036 \text{ CF}_{\text{Fe}^{2+}} \text{ mgd/l} \quad (5-1)$$

Trong đó :

K_{i0} : Độ kiềm ban đầu của nước nguồn (mgd/l)

$\text{CF}_{\text{Fe}^{2+}}$: Hàm lượng sắt của nước nguồn (mg/l)

2.3. Hàm lượng CO_2 tự do trong nước

Trong quá trình khử sắt, sẽ tạo thành CO_2 tự do. Trong quá trình làm thoáng, phần lớn CO_2 tự do sẽ được giải phóng ra khỏi nước và bay vào không khí. Lượng CO_2 được giải phóng tùy thuộc vào từng công trình làm thoáng.

Hàm lượng CO_2 còn lại trong nước sau làm thoáng có thể xác định theo công thức.

$$C_{(\text{CO}_2)} = C_{(\text{CO}_2)0} (1 - a) + 1,60 \text{ CF}_{\text{Fe}^{2+}} \text{ (mg/l)} \quad (5-2)$$

Trong đó :

$C_{(\text{CO}_2)0}$: hàm lượng CO_2 của nước nguồn trước khi làm thoáng (mg/l)

a : hiệu quả khử CO_2 của công trình làm thoáng, tùy thuộc vào từng công trình làm thoáng. Theo TCN 33-85 :

- Phun mưa trực tiếp trên mặt bể lọc : $a = 0,3 \div 0,35$
(ứng với chiều cao phun mưa $\geq 1,0$ m, cường độ tưới $\leq 10 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$)
- Làm thoáng bằng giàn mưa : $a = 0,75 \div 0,8$
(lượng CO_2 sau làm thoáng không xuống thấp hơn $5 \div 6 \text{ mg/l}$)
- Làm thoáng cưỡng bức : $a = 0,85 \div 0,9$
(lượng CO_2 sau làm thoáng cưỡng bức không xuống thấp hơn $3 \div 4 \text{ mg/l}$)

Sau khi tính được K_i và $C_{(\text{CO}_2)}$, để đơn giản quá trình tính toán, có thể xác định độ pH của nước sau làm thoáng theo biểu đồ hình (5-1).

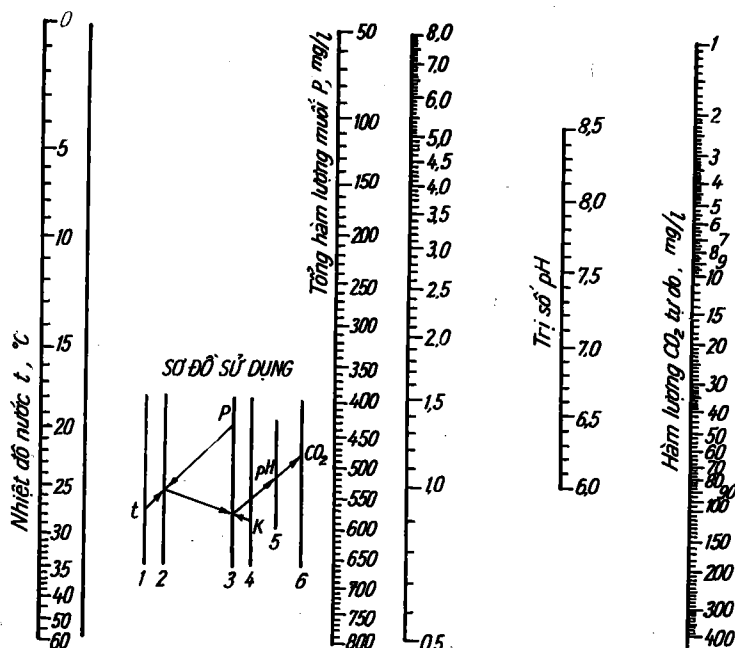
Nếu độ pH xác định được theo biểu đồ nhỏ hơn 6,8 thì không dùng biện pháp khử sắt bằng làm thoáng độc lập được.

Khi đó có thể kết hợp với một trong các biện pháp sau : pha vôi, pha Clo ; kết hợp với và Clo, lọc xúc tác hay lọc Cation.

Khi trong nước có chứa các tạp chất hữu cơ, nó sẽ gây trở ngại cho quá trình khử sắt và tiêu tốn ôxi. Ví dụ

Để khử 1 mg Fe^{2+} cần 0,143 mg O_2 . Nhưng để khử 1 mg H_2S cần 0,47 mg O_2 .

Khi sắt tồn tại dưới dạng hợp chất hữu cơ ít tan, dùng biện pháp làm thoáng sẽ không mang lại hiệu quả. Trường hợp này cần dùng biện pháp làm thoáng kết hợp với cho hóa sơ bộ mới có thể khử được sắt dưới dạng hợp chất ít tan. Cũng có thể dùng cho để khử sắt độc lập. Nhưng vì lí do kinh tế, nên biện pháp này chỉ được dùng cho các trạm xử lí cần lượng Clo không lớn, tức là nước có hàm lượng sắt nhỏ, bởi vì để ôxi hóa 1 mg Fe^{2+} cần 0,64 mg Cl_2 .



Hình 5-1 : Biểu đồ quan hệ giữa K_p , CO_2 và độ pH trong nước.

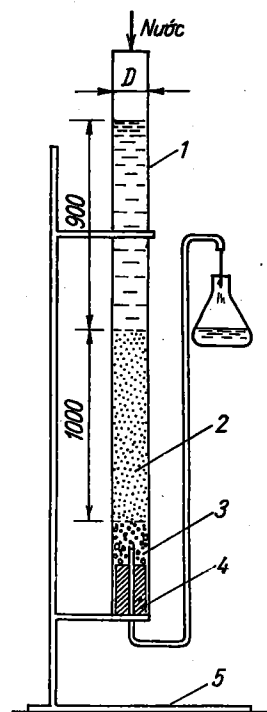
III. LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP KHỬ SẮT

Để đưa ra phương pháp khử sắt và công nghệ khử sắt an toàn và đạt hiệu quả cao, cần được tiến hành thí nghiệm bằng mô hình ngay tại nguồn nước. Phương pháp thí nghiệm được thực hiện theo các trình tự sau :

3.1. Thí nghiệm xác định khả năng khử sắt bằng làm thoáng đơn giản và lọc

Chế tạo một ống lọc bằng thủy tinh hay nhựa trong, có đường kính tối thiểu 50 mm. Bên trong đổ lớp cát lọc có cỡ hạt $d = 0,8 + 1,8$ mm, dày 1 m. Sơ đồ thí nghiệm thể hiện trên hình (5-2). Thí nghiệm được tiến hành theo trình tự sau :

Nước bơm từ giếng lên được trích bằng ống cao su đưa vào ống nghiệm ở độ cao cách ống lọc 0,4 m. Tốc độ lọc $6 + 8$ m/h trong 10 ngày liên để tạo ra trên bề mặt hạt cát một lớp màng sắt (III) hydrôxít. Hàng ngày lấy mẫu nước lọc phân tích. Nếu sau 10 ngày hàm lượng sắt trong các mẫu phân tích vẫn chưa đạt yêu cầu thì tiếp tục thí nghiệm với tốc độ lọc 5 m/h trong 1 tuần nữa và theo dõi kết quả phân tích. Nếu làm lượng sắt đạt yêu cầu, thì phương pháp khử sắt đã chọn là phù hợp. Nếu vẫn không đạt yêu cầu thì coi như phương pháp khử sắt bằng làm thoáng đơn giản và lọc không có khả năng áp dụng, chuyển sang thí nghiệm 2.



Hình 5-2 : Ống lọc thí nghiệm khử sắt bằng làm thoáng đơn giản và lọc
1- Ống lọc ; 2- Cát ;
3- Sỏi đỡ; 4- Nút cao su;
5- Giá đỡ.

3.2. Thí nghiệm xác định khả năng khử sắt bằng làm thoáng - lắng tiếp xúc - lọc

Dùng các chậu đục lỗ làm giàn mưa, chậu ở phía trên cùng có $d = 100$ mm đáy khoan 100 lỗ có $d_{lỗ} = 0,5$ mm. Chậu ở giữa có $d = 150$ mm khoan 225 lỗ có $d_{lỗ} = 0,5$ mm. Chậu ở dưới không khoan lỗ và có đường kính lớn nhất.

Sơ đồ thí nghiệm thể hiện trên hình (5-3)

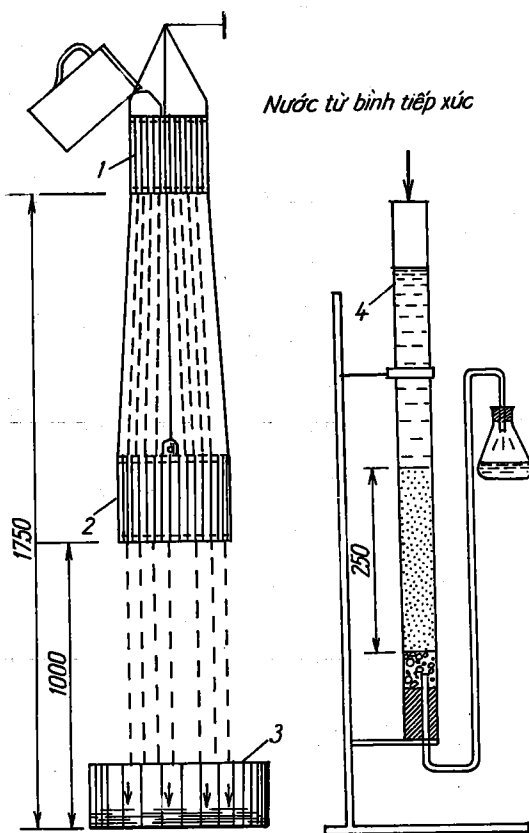
Trình tự thí nghiệm diễn ra như sau :

Lấy 5 lít nước giếng đổ vào chậu 1 theo cường độ tưới $10\text{m}^3/\text{m}^2\text{-h}$. Nước chảy xuống chậu 3 để lắng 30 phút rồi lọc qua ống lọc như hình (5-2) với tốc độ lọc 5 m/h. Phân tích các mẫu nước trước lắng, sau lắng và sau lọc.

Lặp lại thí nghiệm nhiều lần với cường độ tưới mưa, thời gian lắng, tốc độ lọc khác nhau để chọn quy trình cho kết quả khử sắt tối ưu.

Nếu sau nhiều thí nghiệm, hàm lượng sắt vẫn không đạt được tiêu chuẩn cho phép, coi như không có khả năng khử sắt bằng làm thoáng - tiếp xúc - lọc.

Khi đó cần thí nghiệm kết hợp làm thoáng với dùng hóa chất.



Hình 5-3 : Thí nghiệm khử sắt bằng làm thoáng - tiếp xúc - lọc

1- Dây $\Phi 100\text{mm}$ có 100 lỗ $\Phi 0,5\text{mm}$

2- Dây $\Phi 150\text{mm}$ có 225 lỗ $\Phi 0,5\text{mm}$

3- Chậu lắng ; 4- Ống lọc.

3.3. Thí nghiệm xác định khả năng khử sắt bằng làm thoáng kết hợp với kiềm hóa

Lấy 5 bình hoặc cốc thủy tinh có dung tích là 2 lít. Đổ nước nguồn vào các bình với dung tích nước bằng nhau. Cho vào các bình với liều lượng với khác nhau. (ví dụ : 20, 30, 40, 50, 60 mg/l) khuấy đều rồi để lắng 2 giờ. Sau đó lọc nước qua thiết bị lọc như hình (5-2). Mẫu nào cho hàm lượng sắt đạt tiêu chuẩn ứng với liều lượng với nhỏ nhất sẽ được chọn.

Chú ý : nếu bình có liều lượng với lớn nhất có độ pH $< 8,3 + 8,4$ thì cần tăng thêm liều lượng với ở các bình để có ít nhất 1 bình có độ pH đạt được giá trị đó.

Nếu thí nghiệm này vẫn không cho kết quả đạt yêu cầu, thì cần tiến hành thí nghiệm tiếp theo.

3.4. Thí nghiệm xác định khả năng khử sắt bằng Clo - lắng tiếp xúc - lọc

Thí nghiệm này tương tự như thí nghiệm kiềm hóa nước, chỉ khác thời gian lắng là 45 phút. Sau thí nghiệm cũng xác định được liều lượng Clo cần thiết để khử sắt ứng với mẫu đạt tiêu chuẩn.

Trên thực tế, quá trình khử sắt còn có nhiều yếu tố ảnh hưởng khác. Vì vậy cần theo dõi và điều chỉnh trong suốt quá trình quản lí. Nếu có điều kiện, nên thí nghiệm thêm ở quy mô bán sản xuất.

Khi thiếu tài liệu về kết quả thí nghiệm khử sắt tại chỗ, để chọn phương pháp khử sắt cho giai đoạn lập luận chứng kinh tế kĩ thuật, có thể dựa vào các chỉ tiêu đánh giá chất lượng nguồn nước, kết hợp với tính toán trị số pH của nước sau làm thoáng và thủy phân sắt để lựa chọn phương pháp khử sắt của nước ngầm, có thể thực hiện theo trình tự các bước sau :

Bước 1 : Căn cứ vào trị số độ kiềm và độ pH của nguồn nước, tra biểu đồ hình (5-1) để tìm hàm lượng CO_2 tự do trong nước nguồn trước khi làm thoáng, sau đó cộng thêm vào lượng CO_2 tự do này 1 lượng CO_2 bổ sung do thủy phân sắt tạo ra. Cứ 1 mg/l sắt bị thủy phân, tạo ra 1,6 mg/l CO_2 và độ kiềm giảm đi 0,036 mgđ/l. Khi tính được hàm lượng CO_2 và độ kiềm mới, tra biểu đồ hình (5-1) tìm trị số pH, sau của nước sau thủy phân sắt. Nếu độ pH thủy phân tra được $\geq 6,8$ và độ kiềm ≥ 1 mgđ/l thì có thể áp dụng phương pháp làm thoáng đơn giản. Nếu các chỉ tiêu này không đạt, phải làm sang bước 2.

Bước 2 : Lấy 25% lượng CO_2 vừa tính được và độ kiềm tính được tra biểu đồ (5-1) tìm độ pH. Nếu độ pH $\geq 6,8$; độ kiềm ≥ 1 mgđ/l thì dùng phương pháp làm thoáng tự nhiên bằng giàn mưa để khử sắt. Nếu không đạt yêu cầu, làm tiếp bước 3.

Bước 3 : Lấy 15% lượng CO_2 tính được ở bước 1 và độ kiềm, tra biểu đồ để xác định độ pH. Nếu độ pH $\geq 6,8$, độ kiềm ≥ 1 mgđ/l thì dùng phương pháp khử sắt bằng làm thoáng cường bức.

Nếu không đạt được các chỉ tiêu này thì phải xây dựng thêm 1 bể lọc xúc tác trước bể lọc trong.

Khi khử sắt bằng làm thoáng không đạt yêu cầu, phải áp dụng khử sắt bằng hóa chất.

IV. CÔNG NGHỆ KHỬ SẮT TRONG NƯỚC NGẦM

4.1. Công nghệ khử sắt bằng làm thoáng : có thể thực hiện trong các sơ đồ sau :

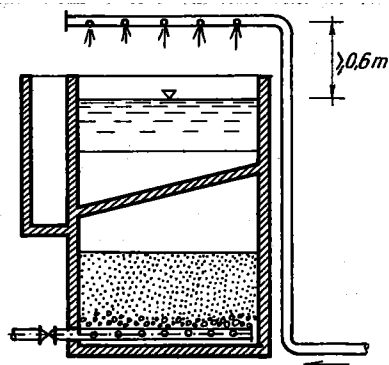
Sơ đồ 1 : Sơ đồ làm thoáng đơn giản và lọc

Cho nước phun hoặc tràn trên bề mặt bể lọc với chiều cao không nhỏ hơn 0,6m, rồi lọc trực tiếp qua lớp vật liệu lọc. Có thể dùng giàn ống khoan lỗ hay máng để phân phối nước.

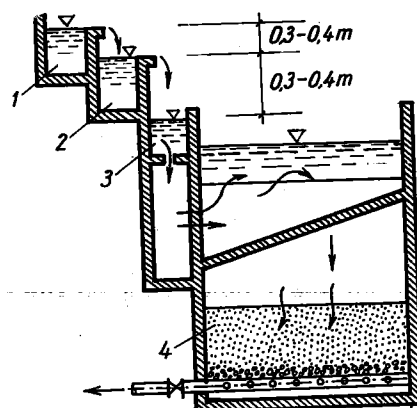
Hình (5-4) giới thiệu sơ đồ làm thoáng đơn giản dùng giàn ống khoan lỗ. Giàn ống phân phối có dạng hình xương cá, trên có khoan lỗ đường kính 5 ÷ 7 mm. Khoảng cách từ tâm ống đến mực nước cao nhất trong bể lọc không nhỏ hơn 0,6m. Tốc độ nước chảy trong ống $v = 1,5 \div 2$ m/s, đảm bảo cường độ mưa không lớn hơn $10 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$.

Hình (5-5) giới thiệu sơ đồ làm thoáng đơn giản bằng hệ thống 2 máng tràn. Tốc độ nước chảy trong máng 0,4 ÷ 0,8 m/s, chiều cao tràn từ đỉnh tràn xuống mực nước hạ lưu không ít hơn 0,6m. Nước tràn từ máng thứ nhất sang máng thứ 2 theo hệ phân phối răng cưa. Khoảng cách trục các răng cửa 35 mm, chiều sâu răng cửa 25 mm. Từ máng thứ 2, nước chảy tràn qua hệ thống răng cưa vào máng tập trung của bể lọc và vào bể lọc qua các

máng phân phối của bể. Theo TCXD - 33 : 1985 sơ đồ làm thoáng đơn giản có khả năng khử được $30 \div 35\%$ lượng CO_2 có trong nước với chiều cao phun mưa $\geq 1,0\text{m}$.



Hình 5-4 : Sơ đồ làm thoáng bằng giàn ống khoan lỗ



Hình 5-5 : Sơ đồ làm thoáng bằng hệ thống máng tràn

- 1- Máng thứ nhất ;
- 2- Máng thứ hai ;
- 3- Máng bên của bể lọc ;
- 4- Bể lọc.

Bể lọc nhanh : Có cấu tạo và nguyên tắc làm việc như các bể lọc nhanh thông thường. Do quá trình ôxi hóa và thủy phân sắt còn tiếp tục xảy ra trong lớp vật liệu lọc, nên ngay từ đầu chu kì lọc, cặn đã bám sẵn trong lớp vật liệu lọc và độ chứa cặn của lớp vật liệu lọc sẽ cao hơn. Vì vậy cấp phối hạt vật liệu lọc lấy lớn hơn, đường kính tương đương của hạt $d_{td} = 0,9 \div 1,3 \text{ mm}$. Chiều dày lớp vật liệu lọc từ $1,0 \div 1,2 \text{ m}$. Tốc độ lọc lấy theo thông số thực nghiệm hoặc có thể lấy trong khoảng từ $7 \div 10 \text{ m/h}$. Rửa lọc nên dùng biện pháp nước và gió kết hợp. Cường độ rửa lọc đối với nước $10 \div 12 \text{ l/sm}^2$, gió 20 l/sm^2 . Có thể dùng bể lọc 2 lớp vật liệu lọc là than ăngtraxit và cát thạch anh cho trường hợp này.

Phạm vi áp dụng : sơ đồ khử sắt bằng làm thoáng đơn giản và lọc có thể sử dụng cho nguồn nước có hàm lượng sắt $\leq 15 \text{ mg/l}$; độ ôxi hóa $\leq [0,15(\text{Fe}^{2+}). 5] \text{ mg/l O}_2$, $\text{NH}_4 < 1 \text{ mg/l}$, độ màu của nước khi bơm khối giếng $\leq 15^\circ$ độ pH sau làm thoáng $\geq 6,8$ và độ kiềm còn lại trong nước $> \left(1 + \frac{\text{Fe}^{2+}}{28}\right) \text{ mgdl/l}$

Sơ đồ này có thể áp dụng cho các trạm xử lí có công suất bất kì.

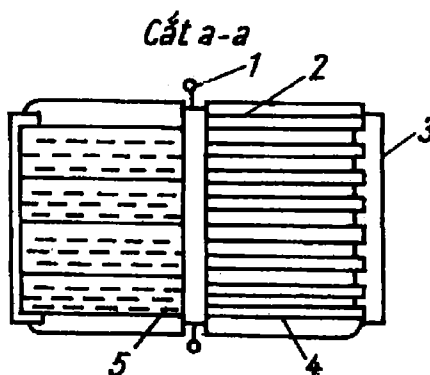
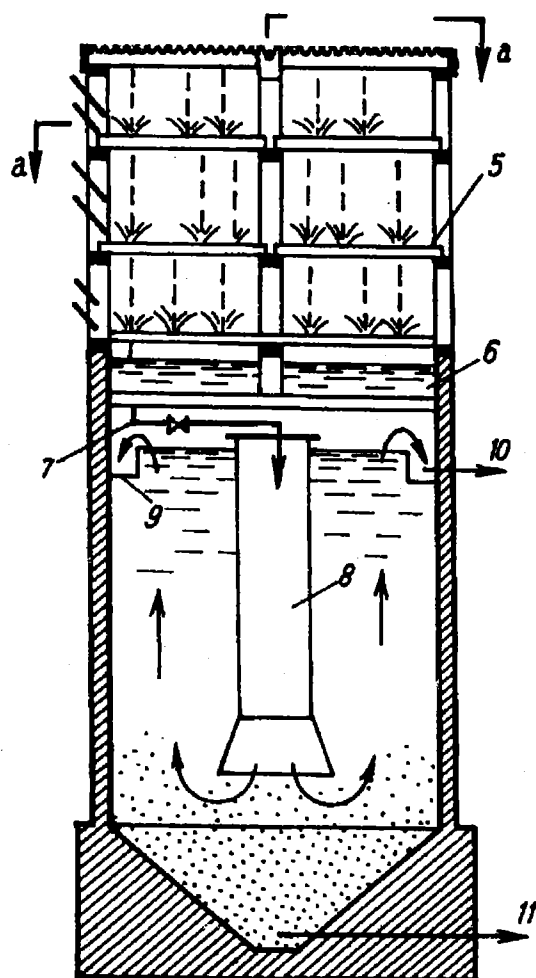
Ưu điểm của phương pháp : công trình xử lí đơn giản, hiệu quả xử lí cao và ổn định. Chu kì lọc kéo dài do tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc tăng chậm.

Sơ đồ 2 : Giàn mưa - Lắng tiếp xúc - Lọc

Giàn mưa : hay còn gọi là công trình làm thoáng tự nhiên, có chức năng làm giàu ôxi cho nước và khử khí CO_2 có trong nước. Giàn mưa cho khả năng thu được lượng ôxi hòa tan bằng 55% lượng ôxi bão hòa và có khả năng khử được 75 + 80% lượng CO_2 có trong nước. Nhưng lượng CO_2 còn lại sau làm thoáng không xuống thấp hơn 5 + 6 mg/l. Cấu tạo giàn mưa gồm các bộ phận sau :

- 1) Hệ thống phân phối nước.
- 2) Sàn tung nước
- 3) Sàn đỡ vật liệu tiếp xúc.
- 4) Hệ thống thu, thoát khí và ngăn nước.
- 5) Sàn và ống thu nước.

Cấu tạo của giàn mưa và bể lắng tiếp xúc được thể hiện trên hình (5-6)

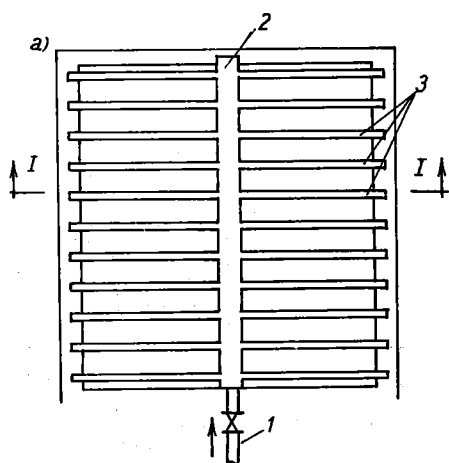


Hình 5-6 : Giàn mưa và bể lắng tiếp xúc.

- 1- Ống dẫn nước giếng lên giàn mưa ;
- 2- Máng chính chữ U ;
- 3- Máng nhánh chữ V có răng cưa ;
- 4- Lá chớp ;
- 5- Sàn tung ;
- 6- Ngăn thu nước ;
- 7- Ống dẫn nước vào bể tiếp xúc ;
- 8- Ống trung tâm ;
- 9- Máng thu ;
- 10- Ống dẫn nước sang bể lọc ;
- 11- Ống xả cặn.

Hệ thống máng phân phối bao gồm : một máng chính có tiết diện chữ nhật và có máng phụ vuông góc với máng chính có tiết diện hình chữ V với các răng cưa ở mép trên của máng để phân phối nước. Khoảng cách giữa trục các máng phụ là 0,3m, khoảng cách trục các răng cưa là 35 mm, chiều sâu răng cưa là 25mm. Khoảng cách từ mép máng chính đến mép máng phụ lấy từ 30 ÷ 100 mm. Nếu dùng sàn phân phối bằng tôn, thì lỗ khoan có d = 5 mm. Số lỗ tính toán để lớp nước trên sàn luôn dày 50 ÷ 70 mm để đảm bảo phân phối đều nước trên toàn diện tích.

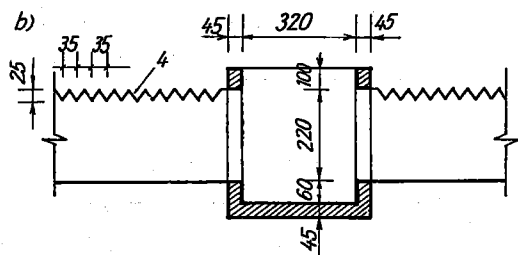
Nếu dùng giàn ống phân phối thì lỗ khoan trên ống có $d = 5 \div 10$ mm. Cấu tạo hệ thống phân phối nước lên dàn mưa tương tự như hệ thống phân phối nước rửa lọc có trở lực lớn ở bể lọc nhanh. Cường độ phun mưa từ $10 \div 15 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$. Các kích thước cấu tạo của máng phân phối lên giàn mưa có thể xem trên hình (5-7)



c)

The diagram shows two V-shaped notches. The left notch has a height of 220 and a top width of 250. The right notch has a height of 220, a top width of 250, and a 60-degree angle. The distance between the vertical centerlines of the two notches is 300.

c) Chi tiết máng phụ



b) Chi tiết hệ thống phân phối và phun mưa

- 1- Nước vào máng ;
- 2- Máng chính
- 3- Máng phụ ;

4- Răng cửa trên máng phụ

2. *Sàn tung nước* : được đặt dưới máng phân phối với khoảng cách 0,6 m. Sàn tung được làm bằng ván gỗ, bằng sàn tre. Sàn làm bằng ván gỗ gồm các ván rộng 20cm đặt cách nhau 10cm. Sàn tre làm bằng nửa cây tre xếp cách mép nhau 5 cm.

3. *Sàn đỡ lớp vật liệu tiếp xúc* : nằm phía dưới sàn tung nước. Bao gồm từ 1 ÷ 4 sàn, bố trí cách nhau 0,8m, sàn đỡ lớp vật liệu tiếp xúc có thể làm bằng tôn hay bê tông có xẻ khe hay đục lỗ. Tỷ lệ khe hoặc lỗ chiếm 30 ÷ 40% diện tích sàn. Ngoài ra người ta còn dùng các thanh tre hoặc gỗ đặt cách nhau 2 cm. Phía trên mỗi sàn đỡ lớp vật liệu tiếp xúc dày từ 30 ÷ 40 cm. Lớp vật liệu tiếp xúc thường là cuội, sỏi, than cốc, than xỉ. Lớp vật liệu này có chức năng chia nước thành những màng mỏng xung quanh vật liệu tiếp xúc để tăng khả năng tiếp xúc giữa nước và không khí.

4. Hệ thống thu, thoát khí và ngăn nước

Để có thể thu ôxi của khí trời, kết hợp với việc đuổi khí CO₂ ra khỏi giàn mưa, đồng thời đảm bảo nước không bắn ra ngoài, người ta thiết kế hệ thống cửa chớp. Các cửa chớp có thể làm bằng bê tông cốt thép hoặc bằng gỗ. Góc nghiêng giữa cửa chớp với mặt phẳng nằm ngang là 45°. Khoảng cách giữa 2 cửa chớp kế tiếp là 200 mm với chiều rộng mỗi cửa là 200 mm. Các cửa chớp được bố trí ở xung quanh trên toàn bộ chiều cao của giàn mưa, nơi có bề mặt tiếp xúc với không khí.

5. *Sàn và ống thu nước* : Sàn thu nước được đặt ở dưới đáy giàn mưa, có độ dốc từ 0,02 ÷ 0,05 về phía ống dẫn nước xuống bể lắng tiếp xúc. Sàn làm bằng bê tông cốt thép.

Để thu được nhiều ôxi của khí trời và đuổi được nhiều khí CO₂ có trong nước, giàn mưa được thiết kế với hình dáng mỏng và kéo dài theo hướng vuông góc với lượng gió chính. Chiều rộng giàn mưa ≤ 4m.

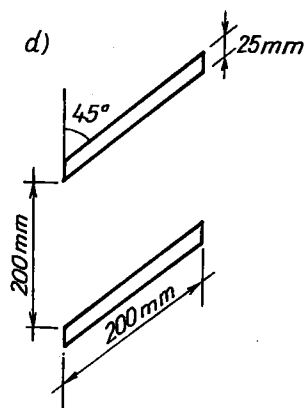
Ngoài 5 bộ phận chính, giàn mưa còn được trang bị ống dẫn nước lên giàn mưa, ống dẫn nước xuống bể lắng tiếp xúc có lắp van, các vòi nước và ống cao su để thau rửa cặn sắt bám vào sàn tung, các ống thoát nước. Chu kì thau rửa giàn mưa tùy theo hàm lượng sắt của nước nguồn, thông thường mỗi tuần thau rửa 1 lần.

Sơ đồ khử sắt bằng giàn mưa-lắng tiếp xúc-lọc có thể áp dụng cho các trạm xử lí có công suất bất kì, hàm lượng sắt của nước nguồn ≤ 25 mg/l. Nước sau làm thoáng phải đạt được các chỉ tiêu : pH ≥ 6,8 ; độ kiềm ≥ 2 mgđ/l ; H₂S < 0,2 mg/l ; NH₄ < 1 mg/l.

Tính toán giàn mưa

Diện tích mặt bằng của giàn mưa tính theo công thức :

$$F = \frac{Q}{q_m} \quad (m^2) \quad (5-3)$$



Trong đó :

Q : Lưu lượng nước xử lý (m^3/h).

q_m : Cường độ mưa lấy từ $10 \div 15$ (m^3/m^2-h).

Để thu được nhiều không khí, giàn mưa được chia ra thành N ngăn và bố trí thành 1 hàng vuông góc với hướng gió chính.

Diện tích mặt bằng của 1 ngăn giàn mưa sẽ là :

$$f = \frac{F}{N} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5-4)$$

Tổng diện tích bề mặt tiếp xúc của giàn mưa được tính theo công thức sau :

$$F_{tx} = \frac{G}{K \cdot \Delta C_{tb}} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5-7)$$

Trong đó :

G : Lượng CO_2 tự do cần khử (kg/h)

K : Hệ số khử khí lấy theo biểu đồ hình (5-8).

ΔC_{tb} : Lực động trung bình của quá trình khử khí (kg/m^3)

Lượng CO_2 tự do cần lấy đi có thể xác định theo công thức

$$G = \frac{C_l \cdot Q}{1000} \text{ (kg/h)} \quad (5-6)$$

Trong đó :

Q : Công suất trạm xử lý (m^3/h).

C_l : Lượng CO_2 tự do đơn vị lấy đi khỏi nước để tăng độ pH lên 7,5 tính theo công thức :

$$C_l = 1,64 F_e^{2+} + (C_d - C_t) \text{ (mg/l)} \quad (5-7)$$

Trong đó :

F_e^{2+} : Hàm lượng sắt có trong nước nguồn (mg/l)

1,64 : Lượng CO_2 tự do tách ra khi thủy phân 1 mg sắt của nước nguồn (mg/l).

C_d : Hàm lượng CO_2 tự do ban đầu trong nước ngầm (mg/l).

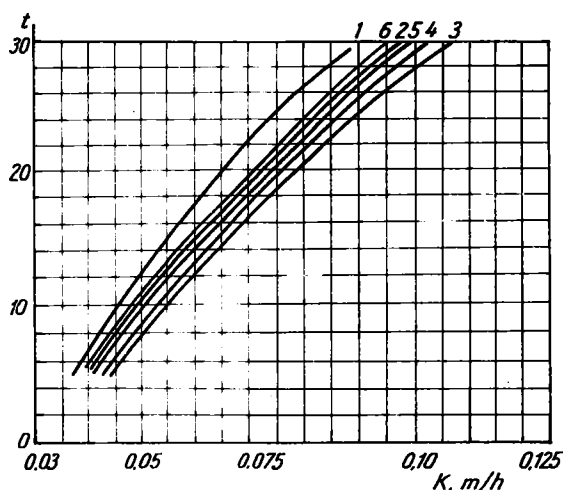
C_t : Nồng độ CO_2 tính toán ứng với độ pH = 7,5 và độ kiềm của nước nguồn.

$$C_t = C_{bd} \beta \gamma \text{ (mg/l)} \quad (5-8)$$

Trong đó :

C_{bd} : Nồng độ CO_2 tự do xác định theo biểu đồ hình (5-1) ứng với trị số pH và độ kiềm đã biết ở nhiệt độ $20^\circ C$ (mg/l).

β : Hệ số kể đến hàm lượng muối hòa tan trong nước có thể xác định theo bảng 5-1.



Hình 5-8 : Biểu đồ xác định hệ số tách khí K.

Khi cường độ lưới là $10 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$

1- Sỏi có đường kính trung bình 42mm ;

2- Than cốc với đường kính 43 mm

3- Than cốc với đường kính 41mm ;

4- Than cốc với đường kính 29mm.

5- Than cốc với đường kính 24mm.

Bảng 5-1 : Trị số hệ số β .

Lượng muối trong nước (mg/l)	100	200	300	400	500	750	1000
β	1,05	1,0	0,96	0,94	0,92	0,87	0,83

γ : Hệ số kể đến nhiệt độ của nước lấy theo bảng (5-2)

Bảng 5-2 : Trị số hệ số γ

Nhiệt độ nước °C	0	10	20	30	40	50	60
γ	1,55	1,21	1,0	0,9	0,89	0,8	0,79

Lực động trung bình của quá trình khử khí xác định theo công thức :

$$\Delta C_{tb} = \frac{C_{\max} - C_i}{2300 \cdot \lg \frac{C_{\max}}{C_i}} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (5-9)$$

Trong đó : $C_{\max} = 1,64 F_e^{2+} + C_d \text{ (mg/l)}$ (5-10)

Khối tích lớp vật liệu tiếp xúc tính theo công thức

$$W = \frac{F_{tx}}{f_{tx}} \text{ (m}^3\text{)} \quad (5-11)$$

Trong đó :

f_{tx} : Diện tích tiếp xúc đơn vị (m^2/m^3) có thể lấy theo bảng (5-3)

Bảng 5-3 : Đặc tính của lớp vật liệu tiếp xúc

Vật liệu	Đường kính (mm)	Số lượng 1m ³ (hạt)	Diện tích bề mặt đơn vị (m ² /m ³)	Trọng lượng (kg/m ²)
Sỏi, cuội	42	14.000	80,5	-
Than cốc dạng cục	43	14.000	77	455
nt	41	15.250	86	585
nt	29	27.700	110	660
nt	24	64.800	120	600

Chiều dày của lớp vật liệu tiếp xúc mỗi tầng của giàn mưa lấy bằng 0,3 ÷ 0,4m. Từ khối tích đã tính được và diện tích bề mặt giàn mưa, sẽ tính được số tầng tiếp xúc cần thiết.

Đường kính ống dẫn nước lên giàn mưa lấy với tốc độ nước chảy trong ống từ 0,8 ÷ 1,2m/s.

Ống dẫn nước xuống bể lắng chọn với tốc độ nước chảy trong ống từ 1,0 ÷ 1,5 m/s.

Ống nước rửa sàn tung có d = 20 mm với khoảng cách phục vụ không quá 10m. Áp lực của vòi phun tối thiểu là 10m. Ống thoát nước khỏi sàn có d = 100 ÷ 200 mm.

Ví dụ (5-1) : Tính giàn mưa cho trạm xử lý nước ngầm có công suất 12.000 m³/ngày với các số liệu sau :

Hàm lượng sắt của nước nguồn : 15 mg/l.

pH = 7,0 ; t° = 24°C ; C_d = 45 mg/l ; K = 2 mgdl/l

Hàm lượng muối hòa tan trong nước : 300 mg/l.

Giải :

$$\text{Diện tích giàn mưa : } F = \frac{Q}{q_m} \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó :

$$Q = 12.000 \text{ m}^3/\text{ngày} = 500 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$q_m = 10 \div 15 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h. Chọn } q_m = 10 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$$

$$F = \frac{500}{10} = 50 \text{ m}^2$$

Diện tích mỗi ngăn của giàn mưa :

$$f = \frac{F}{N} \text{ (m}^2\text{) chọn } N = 8 \text{ nên } f = \frac{50}{8} = 6,25 \text{ m}^2$$

Chọn kích thước mỗi ngăn của giàn mưa là : 3 × 2,1 = 6,3 m².

$$\text{Tổng diện tích bề mặt tiếp xúc : } F_{tx} = \frac{G}{K \cdot \Delta C_{tb}} \text{ (m}^2\text{)}.$$

Trong đó :

K : Hệ số khử khí, chọn vật liệu tiếp xúc là than cốc có $d = 24 \text{ mm}$, theo biểu đồ hình (5-8) xác định được $K = 0,092 \text{ m/h}$ ứng với nhiệt độ nước nguồn là 27°C .

G : Lượng CO_2 tự do cần khử (kg/h)

$$G = \frac{C_l \cdot Q}{1000} \text{ (kg/h)}$$

C_l : Lượng CO_2 tự do đơn vị cần khử để tăng độ pH lên 7,5 tính như sau :

$$C_l = 1,64\text{Fe}^{2+} + (C_d - C_l) \text{ (mg/l)}$$

Trong đó :

Fe^{2+} chính bằng hàm lượng sắt của nước nguồn bằng 15 mg/l .

$$C_d = 45 \text{ mg/l.}$$

$$C_l = C_{bd} \cdot \beta \cdot \gamma \text{ (mg/l)}$$

ứng với $\text{pH} = 7,0$; $k = 2 \text{ mgdl/l}$ tra biểu đồ hình (5-1) tìm được $C_{bd} = 19 \text{ mg/l}$.

Căn cứ vào lượng muối hòa tan trong nước là 300 mg/l tra bảng (5-1) tìm được $\beta = 0,96$.

Biết nhiệt độ của nước là 24°C , tra bảng (5-2) tìm được $\gamma = 0,96$.

Vậy $C_l = 19 \cdot 0,96 \cdot 0,96 = 17,5 \text{ (mg/l)}$.

$$C_l = 1,64 \cdot 15 + 45 - 17,5 = 520 \text{ (mg/l)}$$

$$G = \frac{C_l \cdot Q}{1000} = \frac{52 \cdot 500}{1000} = 26 \text{ (kg/h)}$$

Lực động trung bình của quá trình khử khí :

$$\Delta C_{tb} = \frac{C_{\max} - C_l}{2300 \cdot \lg \frac{C_{\max}}{C_l}} \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

$$C_{\max} = 1,64 \cdot \text{Fe}^{2+} + C_d = 1,64 \cdot 15 + 45 = 69,6 \text{ mg/l}$$

$$\Delta C_{tb} = \frac{69,6 - 17,5}{2300 \cdot \lg 4} = 0,038 \text{ kg/m}^3$$

$$F_{tx} = \frac{G}{K \cdot \Delta C_{tb}} = \frac{26}{0,092 \cdot 0,038} = 7437 \text{ (m}^2\text{)}.$$

$$\text{Khối tích lớp vật liệu tiếp xúc : } W = \frac{F_{tx}}{f_{tx}}$$

Trong đó :

f_{tx} lấy theo bảng (5-3) khi dùng than cốc có $d = 24 \text{ mm}$ là $120 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

$$W = \frac{7437}{120} = 62,0 \text{ m}^3$$

Chiều cao tổng cộng lớp vật liệu tiếp xúc trong giàn mưa có thể tính như sau :

$$h_{tx} = \frac{W}{F} = \frac{62,0}{50} = 1,24 \text{ m}$$

Trong đó :

F : Diện tích tiết diện ngang của giàn mưa (m^2) $F = 50 \text{ m}^2$. Lấy chiều cao lớp tiếp xúc ở mỗi sàn là 0,31 m (QP = 0,3 ÷ 0,4 m). Thiết kế giàn mưa 4 tầng. Tổng chiều cao giàn mưa sẽ là 3,5m, chiều cao mỗi ngăn là 0,8m, chiều cao ngăn thu là 0,3m. Cửa chớp giàn mưa tính theo diện tích mật thoáng xung quanh giàn mưa tiếp xúc trực tiếp với không khí trên cơ sở diện tích mỗi cửa chớp đã biết. Lưu lượng nước lên mỗi ngăn của giàn mưa là :

$$q = \frac{Q}{N} = \frac{500}{8} = 62,5 \text{ m}^3/\text{h} = 17,4 \text{ l/s}.$$

Chọn đường kính ống dẫn nước lên giàn mưa bằng thép $d = 150 \text{ mm}$ ứng với $v = 0,89 \text{ m/s}$ (nằm trong giới hạn cho phép 0,8 ÷ 1,2 m/s) ống dẫn nước từ sàn thu xuống bể lắng $d = 125 \text{ mm}$ ứng với $v = 1,26 \text{ m/s}$ (Quy phạm là 1,0 ÷ 1,5 m/s). Bố trí 4 vòi phun nước rửa sàn $d = 20 \text{ mm}$ nằm về 1 phía của giàn mưa, với khoảng cách phục vụ xa nhất là 10m. Trang bị 8 ống thoát nước sàn $d = 100 \text{ mm}$ để xả nước thau rửa giàn mưa.

Bể lắng tiếp xúc : Có chức năng lưu nước lại trong bể từ 30 ÷ 45 phút tạo điều kiện cho quá trình ôxi hóa và thủy phân sắt diễn ra hoàn toàn, đồng thời giữ một phần bông cặn nặng trước khi đưa sang bể lọc. Chức năng chính của bể lắng tiếp xúc là để cho Fe^{2+} tiếp xúc với ôxi của khí trời, nên còn gọi là bể tiếp xúc.

Bể lắng tiếp xúc có cấu tạo như bể lắng đứng dùng để xử lý nước mặt khi công suất trạm xử lý nhỏ hơn 30.000 m^3 /ngày đêm. Tuy nhiên ống trung tâm của bể lắng tiếp xúc nhỏ hơn, vì chỉ làm nhiệm vụ dẫn nước từ giàn mưa xuống với tốc độ tính toán từ 0,8 ÷ 1,2 m/s. Chu kỳ xả cặn của bể kéo dài hơn so với bể lắng đứng làm trong nước mặt, có thể dao động từ 7 ÷ 30 ngày.

Khi công suất trạm xử lý nước ngầm lớn hơn 30.000 m^3 /ngày đêm thì dùng bể lắng ngang tiếp xúc. Cấu tạo của bể lắng ngang tiếp xúc về cơ bản tương tự như bể lắng ngang làm trong nước nhưng khác với bể lắng ngang thông thường, người ta phải bố trí thêm các vách ngăn theo chiều dọc bể. Khoảng cách giữa các vách ngăn từ 2 ÷ 4m. Trên các vách ngăn có bố trí các cửa sổ hướng dòng chảy theo chiều dích dắc lên xuống để tránh sóng và dễ lắng cặn. Diện tích cửa sổ thường lấy từ 30 ÷ 50% diện tích vách ngăn. Mép dưới cửa sổ hướng dòng cao hơn lớp cặn tối thiểu là 0,5m. Chiều dày lớp cặn lấy tối thiểu 0,5m. Chiều cao vùng lắng lấy từ 1,5 ÷ 3,5m, tốc độ nước dâng trong bể không lớn hơn 1mm/s.

Các thông số khác lấy tương tự như bể lắng ngang làm trong nước mặt trình bày trong phần : 2.1.2 của chương 3.

Ví dụ (5-2) : Tính toán bể lắng tiếp xúc cho trạm xử lý có công suất 12.000 m^3 /ngày đêm.

Giải :

Chọn bể lắng đứng tiếp xúc.

Xác định dung tích bể

$$W = \frac{Q \cdot T}{60} (\text{m}^3)$$

Trong đó :

Q : Công suất trạm xử lí (m^3/h)

$$Q = 12.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 500 \text{ m}^3/\text{h}$$

t : Thời gian nước lưu lại trong bể 30 ÷ 45 phút

chọn t = 40 phút

$$W = \frac{500 \cdot 40}{60} = 333 \text{ m}^3$$

Lấy chiều cao vùng lắng của bể là 2,4 m (Quy phạm 1,5 ÷ 3,5 m).

Tốc độ nước dâng trong bể sẽ là :

$$v = \frac{H_l \times 1000}{t} = \frac{2,4 \times 1000}{40 \cdot 60} = 1 \text{ mm/s.}$$

(Trong giới hạn cho phép).

Diện tích toàn phần của bể lắng tiếp xúc :

$$F = \frac{W}{H_l} = \frac{333}{2,4} = 139 \text{ m}^2$$

Chia làm 4 bể, diện tích mỗi bể sẽ là :

$$f = \frac{F}{4} = \frac{139}{4} = 34,75 \text{ m}^2$$

Lưu lượng nước qua mỗi bể sẽ là :

$$q = \frac{500}{4} = 125,0 \text{ m}^3/\text{h} = 34,7 \text{ l/s}$$

Tốc độ nước chảy qua ống trung tâm là 1,01 l/s thì đường kính ống trung tâm sẽ là d = 200 mm.

Tổng diện tích mỗi bể kể cả ống trung tâm sẽ là :

$$f + \frac{\pi d_{tt}^2}{4} = 34,70 + \frac{3,14 \cdot 0,20^2}{4} = 35 \text{ m}^2.$$

Chọn bể lắng tiếp xúc hình vuông với kích thước $6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$ chiều cao vùng lắng bằng 0,8 chiều cao phần hình trụ

$$H_{\text{trụ}} = \frac{H_l}{0,8} = \frac{2,4}{0,8} = 3,00 \text{ m}$$

Chiều cao phần hình nón là :

$$H_{\text{nón}} = \frac{(6,0 - 0,4) \cdot \text{tg}50^\circ}{2} = 3,5 \text{ m}$$

(0,4 là chiều rộng hố thu cạn ở đáy)

Lấy chiều cao bảo vệ là 0,5m.

Tổng chiều cao của bể lắng tiếp xúc sẽ là :

$$H = H_{\text{trụ}} + H_{\text{nón}} + H_{\text{bảo vệ}} = 3 + 3,5 + 0,5 = 7,0 \text{ m}$$

Hệ thống máng thu nước và ống xả cặn tính tương tự bể lắng đứng làm trong nước.

Ví dụ (5-3) : Tính toán bể lắng ngang tiếp xúc cho trạm xử lí có công suất 36.000 m³/ngày đêm.

Giải :

Xác định dung tích của bể :

$$W = \frac{Q \cdot t}{60} \text{ (m}^3\text{)}$$

Trong đó :

Q : Công suất trạm xử lí (m³/h)

Q = 36.000 m³/ngày đêm = 1.500 m³/h.

t : Thời gian nước lưu lại trong bể từ 30 ÷ 45 phút chọn t = 30 phút.

$$W = \frac{1500 \cdot 30}{60} = 750 \text{ m}^3$$

Lấy chiều cao vùng lắng : H_l = 3,0m (Quy phạm = 1,5 ÷ 3,5 m)

Diện tích bể lắng tiếp xúc là :

$$F = \frac{W}{H_l} = \frac{750}{3} = 250 \text{ m}^2$$

Chia làm 6 bể, kích thước mỗi bể : 3 × 14 = 42 m².

Tổng diện tích bể là : 42 × 6 = 252 m².

Theo chiều dài bể L = 14 m chia làm 4 ô với kích thước mỗi ô là 3 × 3,5 m (Quy phạm = 2 ÷ 4m)

Chiều cao nhỏ nhất của bể (chưa kể độ dốc đáy) là :

$$H = H_l + H_c + H_1 + H_2 \text{ (m)}$$

Trong đó :

H_l : Chiều cao vùng lắng, H_l = 3m.

H_c : Chiều cao lớp cặn trong bể lắng, lấy H_c = 1m.

H₁, H₂ : Chiều cao bảo vệ trên mức nước và dưới lớp cặn trong bể lắng :
(lấy H₁ = H₂ = 0,5 m).

Vậy : H = 3 + 1 + 0,5 + 0,5 = 5m.

Diện tích cửa sổ hướng dòng lấy bằng 40% diện tích vách ngăn (Quy phạm 30 ÷ 50%).

$$F_{\text{c.sổ}} = 0,4 \times (3 \times 3,5) = 4,2 \text{ m}^2.$$

Tốc độ dòng nước qua cửa sổ là :

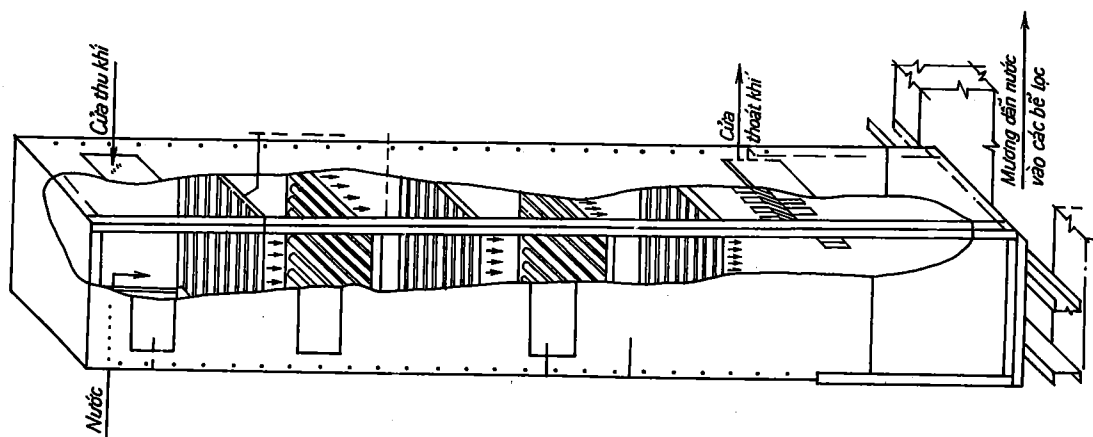
$$v_{\text{c.sổ}} = \frac{1500}{6 \cdot 4,2 \cdot 3,600} = 0,0165 \text{ m/s} = 16,5 \text{ mm/s}.$$

Các thông số khác tính toán tương tự bể lắng ngang làm trong nước mặt. Để nâng cao hiệu quả làm việc của giàn mưa và giảm khối tích công trình, hiện nay ở Việt Nam đã đưa vào sử dụng 1 dạng công trình làm thoáng tự nhiên mới, đó là hệ thống làm thoáng có tải trọng cao (công trình nghiên cứu của KS Đình Việt Đường).

Nguyên lí làm việc của hệ thống làm thoáng có tải trọng cao

Là gió-nước cùng chiều. Nước và không khí đi từ trên xuống CO₂ được giải phóng ra ngoài bằng cửa thoát khí. Để tăng cường hiệu quả làm thoáng, các lớp giàn ống được xếp theo trật tự giàn trên vuông góc với giàn dưới.

Tùy theo chất lượng nước thô, mà chiều cao của công trình số giàn ống, khoảng cách giữa các giàn ống, đường kính ống dùng làm giàn cũng như khoảng cách giữa các ống trong giàn sẽ khác nhau. Sơ đồ hệ thống làm thoáng có tải trọng cao được trình bày trên hình (5-9).



Hình 5-9 : Sơ đồ hệ thống làm thoáng có tải trọng cao.

So với giàn mưa thông thường, hệ thống làm thoáng có tải trọng cao có một số đặc tính sau :

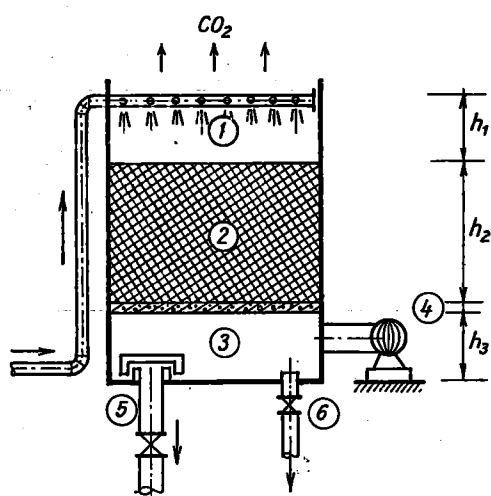
- Hiệu quả khử CO₂ đạt 70 ÷ 80%. Hiệu quả thu nhận ôxi đạt 70 ÷ 85% giá trị bão hoà.
- Tải trọng làm việc bề mặt đạt tới 250 m³/m²-h.
(tải trọng làm việc bề mặt của giàn mưa 5 ÷ 10 m³/m²-h)
- Có khả năng công xướng hóa thiết bị, gọn nhẹ, đơn giản.
- Quản lí vận hành sạch, gọn nhẹ, kinh phí vận hành nhỏ hơn so với giàn mưa.
- Thích hợp đối với công trình có công suất vừa và lớn.
- Có thể dùng để làm thoáng trong dây chuyền khử sắt và mangan cho mọi nguồn nước.

Sơ đồ 3 : Thùng quạt gió - lắng tiếp xúc - lọc

Thùng quạt gió là công trình làm thoáng nhân tạo hay còn gọi là làm thoáng cưỡng bức.

Thùng được làm bằng thép hoặc bê tông cốt thép, tiết diện hình tròn hoặc vuông. Cấu tạo thùng quạt gió gồm các bộ phận như trên hình (5-10).

1. Hệ thống phân phối nước : có dạng hình xương cá giống như hệ thống phân phối trở lực lớn trong bể lọc. Các ống nhánh có khoan lỗ nghiêng 45° ở phía dưới có d = 10 ÷ 20 mm cường độ mưa lấy từ 40 ÷ 50 m³/m²-h



Hình 5-10 : Các bộ phận của thùng quạt gió
 1- Hệ thống phân phối nước ; 2- Lớp vật liệu tiếp xúc ; 3- Sàn thu nước có xi phông ;
 4- Máy quạt gió ; 5- Ống dẫn nước ra ;
 6- Ống xả.

h_1 : Chiều cao phun mưa : tối thiểu 0,8m

h_2 : Chiều cao lớp vật liệu tiếp xúc, lấy theo bảng (5-3)

h_3 : Chiều cao sàn thu nước : tối thiểu 0,5m

2. **Lớp vật liệu tiếp xúc** : có thể là các ván gỗ rộng 200 mm dày 10 mm đặt cách nhau 50 mm thành một lớp. Lớp nọ xếp vuông góc với lớp kia và cách nhau bằng các sườn đỡ là các thanh gỗ tiết diện 50×50 mm. Hoặc có thể dùng nửa cây tre, xếp lớp nọ vuông góc với lớp kia, mép các thân tre cách nhau 50 mm. Ngoài ra có thể dùng các thanh bê tông hoặc thép có kích thước tương tự như gỗ. Để tăng hiệu quả tiếp xúc, người ta còn sử dụng các vòng rasi ga có thể làm bằng sứ hoặc chất dẻo kích thước : $d \times l = 25 \times 25$ mm hoặc 40×40 mm.

Vật liệu tiếp xúc được đặt trên sàn bê tông có khe hở để thu nước xuống phía dưới.

3. **Sàn thu nước có xi phông** : Nước xuống sàn thu nước trước khi dẫn xuống bể lắng tiếp xúc phải qua xi phông. Mục đích không cho không khí của quạt gió vào ống dẫn nước xuống mà chỉ được đi từ dưới lên trên thùng quạt gió. Chiều cao ngăn thu nước lấy phụ thuộc vào các loại ống bố trí và không được nhỏ hơn 0,5m.

4. **Máy quạt gió** : Có nhiệm vụ đưa không khí đi từ dưới lên ngược chiều với chiều rơi của nước. Lượng không khí cấp vào lấy bằng $10 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ nước. Áp lực cần thiết của quạt gió phải lớn hơn tổng tổn thất áp lực của luồng khí đi qua thùng quạt gió. Tổn thất áp lực qua lớp vật liệu tiếp xúc lấy bằng 30 mm/1m chiều cao của thùng, tổn thất qua sàn phân phối lấy bằng 10mm, tổn thất cục bộ $15 + 20$ mm cột nước, tổn thất qua ống phân phối $15 + 20$ mm. Áp lực quạt gió sơ bộ có thể lấy $100 + 150$ mm.

Khi dùng thùng quạt gió, theo tiêu chuẩn ngành TCXD-33 : 1985 sẽ giải phóng được $85 + 90\%$ lượng CO_2 hòa tan trong nước, lượng ôxi hòa tan lấy bằng 70% lượng bão hòa.

Công trình làm thoáng cường bức thường dùng cho các trạm xử lý có công suất vừa và lớn và có hàm lượng sắt cao.

Tính toán thùng quạt gió :

Diện tích thùng quạt gió được xác định theo công thức :

$$F = \frac{Q}{q_m} (m^2)$$

$$f = \frac{F}{N} (m^2)$$

Trong đó :

Q : Công suất trạm xử lí (m^3/h).

f : Diện tích 1 thùng quạt gió (m^2).

N : Số thùng quạt gió

q_m : Cường độ mưa tính toán m^3/m^2-h .

- Khi dùng vật liệu tiếp xúc là gỗ, tre : $q_m = 40 \div 50 m^3/m^2-h$

- Khi dùng vật liệu tiếp xúc là Rasiga : $q_m = 60 \div 90 m^3/m^2-h$.

Đường kính thùng có thể xác định theo công thức :

$$D = \sqrt{\frac{4F}{N\pi}} = \sqrt{\frac{4f}{\pi}} (m) \quad (5-12)$$

Chiều cao lớp vật liệu tiếp xúc H_{vltx} sơ bộ có thể xác định phụ thuộc vào độ kiểm toàn phần của nước nguồn có thể lấy theo bảng (5-4) (theo TCXD - 33 : 1985)

Bảng 5-4

Loại vật liệu tiếp xúc	Chiều cao vật liệu (m) khi độ kiểm toàn phần mgđ/l			
	0,5 ÷ 2	2 ÷ 4	4 ÷ 6	6 ÷ 8
Vòng rasiga	1,5	2,0	3,0	4,0
Sàn gỗ, tre	1,5	2,0	2,5	3,0

Chiều cao toàn bộ của thùng quạt gió xác định theo công thức

$$H = H_{nt} + H_{vltx} + H_{fm} (m) \quad (5-13)$$

Trong đó :

H_{nt} : Chiều cao ngăn thu nước ở đáy thùng, tối thiểu là 0,5m.

H_{vltx} : Phụ thuộc vào độ kiểm nước nguồn, lấy theo bảng (5-4).

H_{fm} : Chiều cao phun mưa trên lớp vật liệu tiếp xúc, tối thiểu là 1,0m.

Các ống nước lên thùng, ống dẫn nước xuống bể lắng, ống gió rửa thùng, ống xả nước rửa, tính toán tương tự bể lọc nhanh.

Chu kì rửa thùng quạt gió để tẩy sạch các cặn sắt đọng lại trong lớp vật liệu tiếp xúc có thể lấy từ 1 ÷ 3 ngày.

Để cung cấp gió vào thùng, thường dùng các quạt gió li tâm. Quạt gió có thể bố trí trong trạm bơm II hay ở ngay cạnh thùng quạt gió.

Ví dụ (5-4) : Tính thùng quạt gió cho trạm xử lí nước ngầm có công suất $36.000 m^3/ngày$ đêm với các số liệu sau :

Hàm lượng sắt của nước nguồn : $20 mg/l$; $K = 2 mgđ/l$

Giải :

Diện tích thùng quạt gió :

$$F = \frac{Q}{q_m} \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó :

$$Q = 36.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm} = 1500 \text{ m}^3/\text{h}.$$

q_m : Cường độ mưa tính toán ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{-h}$)

Chọn vật liệu tiếp xúc là sàn tre ; $q_m = 40 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$

(QP : $40 \div 50 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$)

$$F = \frac{1500}{40} = 37,5 \text{ m}^2$$

Chia làm 6 thùng, diện tích mỗi thùng là :

$$f = \frac{F}{N} = \frac{37,5}{6} = 6,25 \text{ m}^2$$

Đường kính mỗi thùng sẽ là :

$$D = \sqrt{\frac{4f}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,25}{3,14}} = 2,8 \text{ m}$$

Chiều cao thùng quạt gió xác định theo công thức

$$H = H_{nt} + H_{vltx} + H_{fm} \text{ (m)}$$

Trong đó :

H_{vltx} : Chiều cao lớp vật liệu tiếp xúc (m).

Căn cứ vào độ kiểm của nước nguồn là 2 mgd/l, vật liệu tiếp xúc chọn là sàn gỗ xếp, tra bảng (5-4) xác định được $H_{vltx} = 2\text{m}$.

H_{nt} : Chiều cao ngăn thu nước ở đáy, lấy bằng 0,5m.

H_{fm} : Chiều cao phun mưa trên lớp vật liệu tiếp xúc lấy bằng 1,0m.

$$H = 0,5 + 2,0 + 1,0 = 3,5 \text{ m}.$$

Lượng gió cần thiết đưa vào ứng với tiêu chuẩn là 10 m^3 không khí cho 1 m^3 nước là :

$$Q_{gió} = 10 \times 1500 = 15.000 \text{ m}^3/\text{h} = 4,2 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Áp lực gió : $H_{gió} = h_{vltx} + h_{cb} + h_{sàn} + h_{máng} \text{ (m)}$

h_{vltx} : Tổn thất qua lớp vật liệu tiếp xúc : $30 \times 2 = 60 \text{ mm}$.

h_{cb} : Tổn thất cục bộ, lấy bằng 15mm.

$h_{máng}$: Tổn thất qua ống phân phối gió, lấy bằng 15mm.

$h_{sàn}$: Tổn thất qua sàn phân phối lấy bằng 10mm.

$$H_{gió} + 60 + 15 + 15 + 10 = 100 \text{ mm}.$$

Chọn máy quạt gió theo các thông số cơ bản :

$$Q_{gió} = 4,2 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$H_{gió} = 100 \text{ mm}.$$

Dây chuyền công nghệ khử sắt bằng làm thoáng cưỡng bức có một số ưu điểm nổi bật :

- Do cường độ mưa lớn, nên diện tích xây dựng nhỏ, công trình gọn nhẹ.
- Không khí được cấp bằng quạt gió, nên rất chủ động, diện tích tiếp xúc lớn nên tốc độ ôxi hóa Fe^{2+} và các chất hữu cơ diễn ra nhanh chóng. Các khí cản trở quá trình ô xi hóa Fe^{2+} như CO_2 , H_2S , NH_3 ... thoát ra dễ dàng với tỉ lệ rất cao.

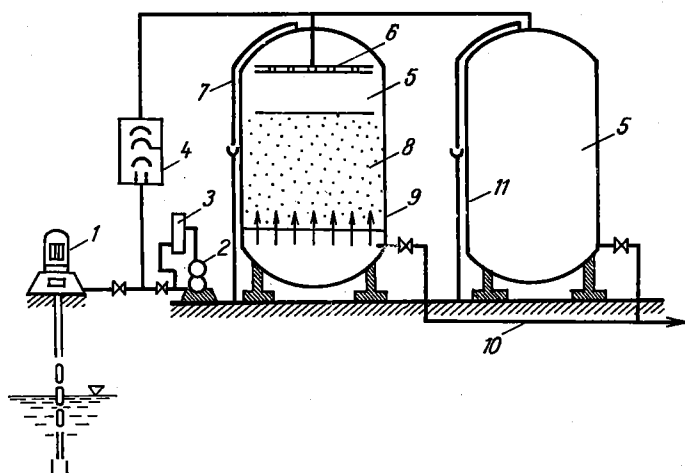
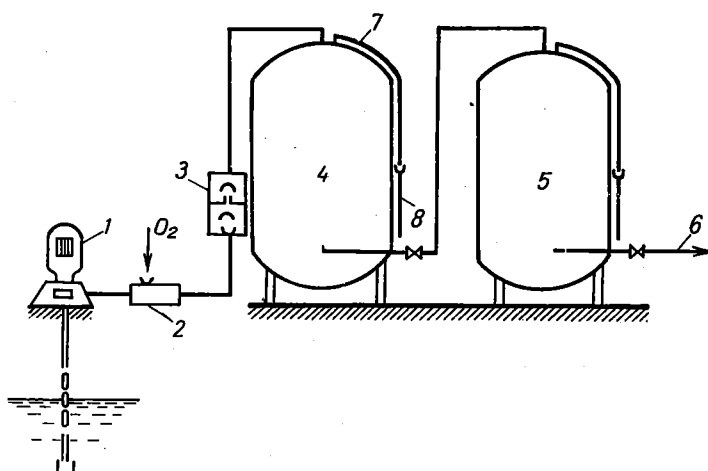
- Có khả năng công nghệ hóa trong xây dựng, thi công nhanh gọn.

Sơ đồ 4 : Ezéc tơ thu khí hoặc máy nén khí – Bình trộn khí – lọc áp lực

Sơ đồ 4 chỉ áp dụng cho những nguồn nước có hàm lượng sắt nhỏ hơn $12mg/l$ và độ pH $\geq 6,8$. Dùng ezéc tơ thu khí cho trường hợp công suất trạm xử lí nhỏ (đến $500 m^3/ngày$), còn dùng máy nén khí cho trạm xử lí có công suất bất kì. Sơ đồ 4, chỉ áp dụng cho trường hợp cần thu ôxi và không khử khí cacbonic. Sơ đồ khử sắt bằng thu, nén khí và lọc áp lực được thể hiện trên hình (5-11) và (5-12).

Hình 5-11 : Sơ đồ khử sắt dùng ezéc tơ thu khí và lọc áp lực

- 1- Máy bơm giếng ;
- 2- Ezéc tơ thu khí ;
- 3- Bình trộn khí ;
- 4- Bể lọc áp lực sơ bộ ;
- 5- Bể lọc áp lực ;
- 6- Ống dẫn nước sạch ;
- 7- Ống xả khí ;
- 8- Ống thoát nước.

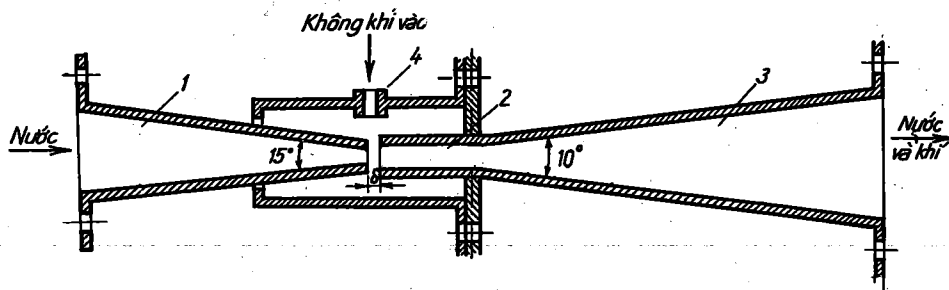


Hình 5-12 : Sơ đồ khử sắt dùng máy nén khí và lọc áp lực

- 1- Máy bơm giếng ;
- 2- Máy nén khí ;
- 3- Thùng điều áp ;
- 4- Bình trộn khí ;
- 5- Bể lọc áp lực ;
- 6- Hệ thống phân phối ;
- 7- Ống xả khí ;
- 8- Cát lọc ;
- 9- Chụp lọc ;
- 10- Ống dẫn nước sạch.

Ezécô thu khí :

Là thiết bị thu khí tự nhiên. Có thể chế tạo bằng gang đúc, làm bằng thép hàn hay làm bằng chất dẻo. Cấu tạo của ezécô thu khí được giới thiệu trên hình (5-13).



Hình 5-13 : Cấu tạo ezécô thu khí

1- Miệng phun thu hẹp ; 2- Ngăn trộn ; 3- Ngăn mở rộng ; 4- Cửa thu khí

Nguyên tắc làm việc : Nước chuyển động với tốc độ lớn qua miệng thu hẹp, sẽ cuốn không khí theo góc côn thu hẹp của miệng phun vào ngăn trộn.

Khi chế tạo ezécô cần lưu ý : đường trục của miệng phun thu hẹp, ngăn trộn và ngăn mở rộng phải thẳng hàng. Chiều dài ngăn trộn lấy bằng $6 \div 8$ lần đường kính của nó. Khoảng cách khe hở từ cuối miệng phun thu hẹp đến đầu ngăn trộn lấy bằng $0,7 \div 0,9$ đường kính miệng phun.

Tính toán ezécô thu khí : (có thể tham khảo thêm các tài liệu chuyên sâu về tính toán các thiết bị thủy lực) Lượng không khí cần thu xác định theo công thức :

$$q_{\text{gió}} = \frac{2\text{Fe}^{2+} \cdot Q \cdot K}{1000} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (5-14)$$

Trong đó :

Q : Công suất trạm xử lý (m^3/h).

Fe^{2+} : Hàm lượng sắt trong nước nguồn (mg/l) (Fe^{2+} chỉ là hàm lượng sắt (II) có trong nước nguồn, nhưng để đơn giản và tăng thêm hàm lượng gió thu vào, ta coi như Fe^{2+} là hàm lượng sắt toàn phần của nước nguồn)

2 : Tỷ lệ không khí cần thu cho 1g Fe^{2+} là 2 lít không khí.

K : Hệ số kể đến lượng không khí bổ sung để ôxi hóa các hợp chất hữu cơ và các thành phần cần tiêu tốn ôxi có trong nước. Ngoài ra còn cần kể đến điều kiện chế tạo ezécô thu khí nữa. Tùy theo thành phần và tính chất của nước nguồn có thể lấy $K = 2,0 \div 5,0$.

Ngoài ra cũng có thể lấy lưu lượng gió bằng 10% lưu lượng nước

Diện tích lỗ thu xác định theo công thức :

$$F_t = \frac{q_{\text{gió}}}{v_t} \quad (\text{m}^2) \quad (5-15)$$

Trong đó :

$q_{\text{gió}}$: Lưu lượng gió cần thu (m^3/s)

v_t : Tốc độ không khí qua lỗ thu (m/s) tính theo công thức :

$$v_t = \psi \sqrt{\frac{2g(P_a - P_c)}{\gamma_o}} \quad (\text{m/s}) \quad (5-16)$$

Trong đó :

ψ : Hệ số tốc độ không khí, lấy $\psi = 0,5$

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

P_a : Áp lực khí quyển : $P_a = 10\text{m}$ (lat).

P_c : Áp lực chung của 2 luồng khí và nước ; $P_c = 9,5\text{m}$.

γ_o : Dung trọng không khí ở nhiệt độ tính toán t_o (T/m^3)

Diện tích miệng phun thu hẹp xác định theo công thức

$$F_n = \frac{q_n}{v_n} \quad (\text{m}^2) \quad (5-17)$$

Trong đó :

q_n : Lưu lượng nước qua ezéc tơ thu khí (m^3/s).

v_n : Tốc độ nước chảy qua miệng phun (m/s).

Xác định theo công thức

$$v_n = \varphi \sqrt{\frac{H_d + P_a - P_c}{\gamma_n} \cdot 2g} \quad (\text{m/s}) \quad (5-18)$$

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi}} \quad (5-19)$$

Trong đó :

φ : Hệ số tốc độ qua côn

ξ : Hệ số côn thu hẹp. Với $\theta_1 = 15^\circ$ thì $\xi = 0,175$ và $\varphi = 0,92$.

H_d : Áp lực đẩy của dòng nước trên đường ống trước khi vào côn thu hẹp (m).

γ_n : Dung trọng của nước (T/m^3).

Diện tích ngăn trộn : $F_{\text{trộn}} = F_l + F_n$ (m^2) (5-20)

Khi đó, tốc độ của khí và nước qua ngăn trộn sẽ là :

$$v_{\text{trộn}} = \frac{q_{\text{trộn}}}{F_{\text{trộn}}} \quad (\text{m/s}) \quad (5-21)$$

Trong đó :

$q_{\text{trộn}}$: Tổng lượng nước và khí qua ngăn trộn (m^3/s).

Trong ngăn trộn, do áp lực khí nhỏ hơn lat, nên coi không khí như chất lỏng. Mặt khác do lượng khí ít và bị nén với áp suất lớn, nên coi như

$$q_{\text{trộn}} = q_n$$

Tổn thất áp lực qua ezéc tơ thu khí có thể tính như sau :

$$h_{\text{ezéc tơ}} = (1 + \xi) \frac{\gamma_n \cdot v_n^2}{2g} + \Phi \frac{(v_{\text{trộn}} - v_2)^2}{2g} \cdot \gamma_c + \gamma_c \frac{v_{\text{trộn}}^2}{2g} - \frac{\gamma_n \cdot v_n \cdot v_{\text{trộn}}}{g} - \frac{q_{\text{gió}} \cdot \gamma_o \cdot v_t \cdot v_{\text{trộn}}}{q_n \cdot g} \quad (\text{m}) \quad (5-22)$$

Trong đó :

ϕ : Hệ số tổn thất của côn mở rộng, với $\theta_2 = 10^\circ$ thì $\phi = 0,16$

v_2 : Tốc độ nước chảy sau khi qua ezéc tơ (m/s).

γ_c : Dung trọng hỗn hợp khí và nước, lấy bằng 1 T/m^3 khi tỉ lệ khí ít. Khi tỉ lệ nhiều phải lấy theo tính toán với $\gamma_n = 1 \text{ T/m}^3$ và $\gamma_o = 0,0012 \text{ T/m}^3$ (ứng với 27°C)

q_t, q_n : Lưu lượng khí và nước qua ezéc tơ (m^3/s)

Chiều dài côn thu hẹp L_1 và côn mở rộng L_2 có thể xác định theo công thức :

$$L_1 = \frac{D_d - d_n}{2 \tan \frac{\theta_1}{2}} \quad (\text{m}) \quad (5-23)$$

$$L_2 = \frac{D_d - d_{\text{trộn}}}{2 \tan \frac{\theta_2}{2}} \quad (\text{m}) \quad (5-24)$$

Trong đó :

D_d : Đường kính ống đẩy của ống dẫn nước đến bể lọc áp lực (m).

$d_n, d_{\text{trộn}}$: đường kính miệng phun thu hẹp và đường kính ngăn trộn.

Ví dụ (5-5) : Tính ezéc tơ thu khí cho trạm xử lí có công suất $360 \text{ m}^3/\text{ngày}$ đêm với : hàm lượng sắt 10 mg/l ; $H_d = 30 \text{ m}$.

Giải :

Xác định lưu lượng không khí cần thiết

$$q_{\text{gió}} = \frac{2 \cdot F_c^{2+} \cdot Q \cdot K}{1000} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Trong đó :

$$Q = 360 \text{ m}^3/\text{ngày} \text{ đêm} = 15 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0042 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$F_c^{2+} = 10 \text{ mg/l}.$$

$$\text{lấy } K = 5,0$$

$$q_{\text{gió}} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 5}{1000} = 1,5 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00042 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Diện tích lỗ thu xác định theo công thức :

$$F_l = \frac{q_{gió}}{v_l} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$v_l = \psi \sqrt{\frac{2g(P_a - P_c)}{\gamma_o}} = 0,5 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot (10 - 9,5)}{0,0012}} = 45,2 \text{ m/s}$$

$$F_l = \frac{0,00042}{45,2} = 0,0000091 \text{ m}^2 = 9,1 \text{ mm}^2$$

Đường kính lỗ thu khí là :

$$d_l = \sqrt{\frac{4F_l}{\pi}} = \sqrt{\frac{9,1 \cdot 4}{3,14}} = 3,4 \text{ mm}$$

Chọn đường kính lỗ thu khí : $d_l = 4,0 \text{ mm}$

Diện tích miệng phun thu hẹp xác định theo công thức :

$$F_n = \frac{q_n}{v_n} \text{ (m}^2\text{)}.$$

Trong đó :

$$q_n = 0,0042 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v_n = \varphi \sqrt{\frac{H_d + P_a - P_c}{\gamma_n} \cdot 2g} \text{ (m/s)}$$

$$\varphi = 0,92$$

$$H_d = 30 \text{ m.}$$

$$\gamma_n = 1 \text{ t/m}^3$$

$$v_n = 0,92 \sqrt{\frac{30 + 10 - 9,5}{1} \times 2 \times 9,81} = 22,5 \text{ m/s}$$

$$\text{Vậy : } F_n = \frac{0,0042}{22,5} = 0,0001866 \text{ m}^2 = 187 \text{ mm}^2$$

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot F_n}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 187}{3,14}} = 15,4 \text{ mm chọn } d_n = 15 \text{ mm}$$

Diện tích ngăn trộn : $F_{trộn} = F_l + F_n \text{ (m}^2\text{)}$

$$F_{trộn} = 9,1 + 187 = 196,1 \text{ mm}^2$$

$$\text{Đường kính ngăn trộn : } d_{trộn} = \sqrt{\frac{4F_{trộn}}{3,14}} = \sqrt{\frac{196,1 \cdot 4}{3,14}} = 15,8 \text{ mm}$$

$$\text{chọn } d_{trộn} = 16 \text{ mm}$$

$$v_{trộn} = \frac{q_{trộn}}{F_{trộn}} = \frac{0,00042 + 0,0042}{0,000196} = 23,5 \text{ m/s}$$

với $q_n = 0,0042 \text{ m}^3/\text{s} = 4,2 \text{ l/s}$, chọn đường kính ống đẩy của máy bơm giếng là : 75 mm thì $v_2 = 0,98 \text{ m/s}$ (dùng ống gang).

Tính tổn thất áp lực qua ezéc tơ thu khí :

$$h_{\text{ezéc tơ}} = (1 + 0,175) \cdot \frac{1 \cdot 22,5^2}{2 \cdot 9,81} + 0,16 \cdot \frac{(23,5 - 0,98)^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 1 + 1 \cdot \frac{23,5^2}{2 \cdot 9,81} - \frac{1 \cdot 22,5 \cdot 23,5}{9,81} - \frac{0,00042 \cdot 0,0012 \cdot 45,2 \cdot 23,5}{0,0042 \cdot 9,81} \approx 0,8 \text{ m}$$

$$h_{\text{ezéc tơ}} \approx 8,0 \text{ m.}$$

Chiều dài côn thu hẹp :

$$L_1 = \frac{D_d - d_n}{2 \tan \frac{\theta_1}{2}} = \frac{0,075 - 0,015}{2 \tan 7,5^\circ} = 0,23 \text{ m} = 23 \text{ cm}$$

Chiều dài côn mở rộng :

$$L_2 = \frac{D_d - d_c}{2 \tan \frac{\theta_2}{2}} = \frac{0,075 - 0,016}{2 \tan 5^\circ} = 0,35 \text{ m} = 35 \text{ cm}$$

Chiều dài ngăn trộn : lấy từ 6 ÷ 8 lần $d_{\text{trộn}}$.

Chọn : $L_{\text{ngăn trộn}} = 7,5 d_{\text{trộn}} = 16 \times 7,5 = 120 \text{ mm} = 12 \text{ cm}$.

Khoảng cách khe hở từ cuối miệng phun đến đầu ngăn trộn :

$$e = 0,8 d_n = 0,8 \cdot 15 = 12 \text{ mm.}$$

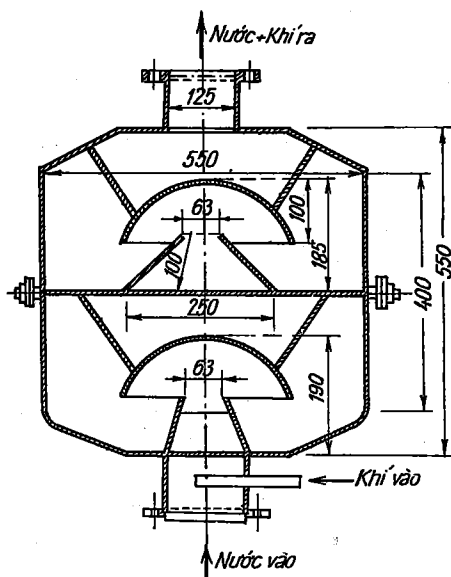
Máy nén khí : Được chọn trên cơ sở lưu lượng khí cần cung cấp để khử sắt và áp lực khí nén cần thiết để đưa vào bể lọc.

Lượng khí cần cấp xác định tương tự như trong phần tính toán ezéc tơ thu khí.

Áp lực khí thường lấy bằng 0,5 at, tức là 5m cột nước.

Bình trộn khí : Thường được bố trí trên đường ống dẫn nước vào bể lọc. Bình trộn có chức năng trộn đều khí và nước. Các bình trộn thường được chế tạo sẵn trong xưởng với kích thước phù hợp với các đường kính ống dẫn là : $d = 50, 75, 100 ; 125, 150 \text{ mm}$. Cấu tạo bình trộn được thể hiện trên hình (5-14)

Bể lọc áp lực : Cấu tạo bể lọc áp lực 2 lớp vật liệu lọc trong dây chuyền khử sắt cũng giống như bể lọc áp lực trong dây chuyền làm trong nước mặt. Lớp vật liệu phía trên là angraxít $d = 1 \div 2 \text{ mm}, l = 0,5 \div 0,6 \text{ m}$. Lớp vật liệu phía dưới là cát thạch anh với $d = 0,5 \div 1,2 \text{ mm}, l = 0,4 \div 0,5 \text{ m}$.



Hình 5-14 : Cấu tạo bình trộn khí và nước

Ngoài ra người ta còn chế tạo bể lọc áp lực 2 ngăn. Ngăn trên là lọc phá, ngăn dưới là lọc trong.

Ưu nhược điểm của phương pháp khử sắt bằng thu, nén khí và lọc áp lực.

Ưu : Hiệu quả ổn định, quản lý dễ dàng, di chuyển dễ, lắp đặt nhanh. Có khả năng công xướng hóa. Công trình gọn nhẹ, chiếm ít diện tích, giá thành hạ.

Nhược : Chi phí điện năng cao, hạn chế lượng CO_2 thoát ra, dùng biện pháp làm thoáng tự nhiên bằng ezéc tơ thu khí chỉ áp dụng được cho trạm có công suất nhỏ.

4.2. Công nghệ khử sắt bằng hóa chất

Trên thực tế, khi sắt tồn tại dưới dạng các hợp chất không tan, dùng biện pháp khử sắt bằng làm thoáng không mang lại hiệu quả, thì mới dùng tới biện pháp khử sắt dùng hóa chất.

Các biện pháp khử sắt dùng hóa chất có thể áp dụng là :

Khử sắt bằng vôi : Có thể áp dụng để khử sắt cả cho nước ngầm và nước mặt. Tuy nhiên vì thiết bị pha chế cồng kềnh, quản lý phức tạp, nên người ta chỉ áp dụng khử sắt bằng vôi kết hợp với quá trình xử lý ổn định nước hay làm mềm nước.

Dây chuyền công nghệ khử sắt bằng vôi, tương tự như các công trình xử lý nước mặt (Bể trộn, bể phản ứng, bể lắng, bể lọc).

Liều lượng vôi cần thiết tính toán theo công thức :

$$\text{CaO} = 0,8 \cdot \text{CO}_2 + 1,8 \cdot \text{Fe} \text{ (mg/l)} \quad (5-25)$$

Trong đó :

CO_2 : Hàm lượng CO_2 tự do trong nước nguồn (mg/l).

Fe : Tổng hàm lượng sắt có trong nước (mg/l).

Khử sắt bằng Clo : Clo là 1 chất ôxi hóa mạnh nó có khả năng khử sắt ngay cả khi sắt nằm dưới dạng hợp chất hữu cơ và khi pH của nước thấp ($\text{pH} \geq 5$). Để ôxi hóa 1 mg Fe^{2+} cần 0,64 mg Cl_2 . Đồng thời khi cho Clo vào nước, ngoài sắt nó còn khử được các hợp chất hữu cơ. Liều lượng Clo sử dụng bổ sung để khử hữu cơ tính theo công thức sau :

$$\text{Cl}_{\text{bổ sung}} = 0,5 [\text{O}_2] \text{ (mg/l)} \quad (5-26)$$

Trong đó :

$[\text{O}_2]$: Độ ôxi hoá bằng permanganát Kali của muối tinh chuyển ra ôxy.

Khử sắt bằng Kali permanganát (KMnO_4)

Khử sắt dùng KMnO_4 diễn ra rất nhanh vì cặn mangan hydrôxít vừa được tạo thành lại là nhân tố xúc tác quá trình khử sắt.

Để khử hết 1 mg Fe^{2+} cần 0,564 mg KMnO_4 .

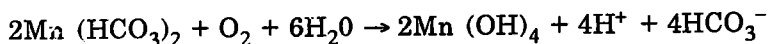
Tuy nhiên trên thực tế, phương pháp khử sắt dùng hóa chất thường kết hợp với làm thoáng.

B. KHỬ MANGAN

V. KHỬ MANGAN TRONG NƯỚC NGẦM

Trên thực tế, việc khử mangan trong nước ngầm thường được tiến hành đồng thời với khử sắt.

Trong nước ngầm, mangan thường tồn tại ở dạng Mn^{2+} hòa tan hoặc có thể ở dạng keo không tan. Khi Mn^{2+} bị ôxi hóa sẽ chuyển về dạng Mn^{3+} và Mn^{4+} ở dạng hydrôxít kết tủa.



Kết quả thực nghiệm cho thấy, nếu không có chất xúc tác và độ pH < 8 thì quá trình ôxi hóa Mn^{2+} diễn ra rất chậm. Độ pH tối ưu để khử Mn là 8,5 ÷ 9,5.

5.1. Khử mangan bằng phương pháp làm thoáng

Công nghệ khử mangan bằng phương pháp làm thoáng cũng bao gồm các công đoạn tương tự như khử sắt : làm thoáng, lắng tiếp xúc, lọc ; Trong quá trình lọc, lớp vật liệu lọc được phủ dần 1 lớp $Mn(OH)_4$ tích điện âm, lớp hydrôxít mangan này có tác dụng như chất xúc tác hấp thụ Mn^{2+} và ôxi hóa chúng. Và cũng do quá trình ôxi hóa mangan diễn ra chậm hơn sắt, nên trong bể lọc, lớp vật liệu lọc phải có bề dày 1,2 ÷ 1,5m.

Trong nước ngầm thường có chứa cả sắt và mangan. Thông thường hàm lượng sắt của nước cao, còn hàm lượng mangan nhỏ. Tuy nhiên, nếu trong nước tồn tại hàm lượng mangan lớn hơn giới hạn cho phép, nên làm thí nghiệm để xác định quy trình xử lý kết hợp.

Căn cứ vào hàm lượng và dạng tồn tại của mangan trong nước ngầm, có thể chia thành 3 sơ đồ khử mangan bằng phương pháp làm thoáng như sau :

Sơ đồ 1 : Làm thoáng tự nhiên hoặc làm thoáng cưỡng bức – lắng tiếp xúc – lọc 1 lớp vật liệu lọc.

Sơ đồ này áp dụng khi hàm lượng mangan trong nước nhỏ và tồn tại dưới dạng Mn^{2+} hòa tan.

Trong trường hợp này, bể lọc có thể dùng 1 lớp vật liệu lọc là cát thạch anh có bề dày 1,2 ÷ 1,5 m.

Sơ đồ 2 : Làm thoáng tự nhiên hoặc làm thoáng cưỡng bức. – Lắng tiếp xúc – lọc 1 hoặc 2 lớp vật liệu lọc

Khi hàm lượng sắt và mangan trong nước nguồn cao hơn, thì nên thiết kế bể lọc 1 lớp vật liệu lọc là cát đen dày 1.5m hoặc thiết kế 2 lớp vật liệu lọc là than angraxit và cát với bề dày không nhỏ hơn 1,5m. Sử dụng lớp vật liệu lọc như vậy thì sẽ nâng cao được hiệu quả khử mangan.

Sơ đồ 3 : làm thoáng cưỡng bức – lắng tiếp xúc – lọc 2 bậc

Khi hàm lượng sắt và mangan trong nước nguồn đều cao, hoặc khi sử dụng sơ đồ 2 không hiệu quả, thì nên sử dụng sơ đồ 3.

Quá trình khử sắt được thực hiện ở bậc 1 gồm các khâu : làm thoáng - tiếp xúc - lọc. Sau đó xử lý nâng độ pH của nước lên 8. Nếu lượng ôxi còn lại trong nước không đủ để ôxi hóa mangan thì phải làm thoáng lại, sau đó lọc nước qua bể lọc bậc 2. Ở đây mangan sẽ được khử.

Sơ đồ 3 tuy có tốn kém, song đem lại hiệu quả xử lý ổn định và nước đảm bảo chất lượng.

5.2. Các phương pháp khử mangan khác

1. Phương pháp dùng hóa chất : Sử dụng các chất ôxi hóa mạnh như : Clo, ozôn, kali permanganat, để ôxi hóa Mn^{2+} thành Mn^{4+} .

Clo, (Cl_2) ôxi hóa Mn^{2+} ở độ pH = 7 trong 60 ÷ 90 phút clodioxít (ClO_2) và ôzôn ôxi hóa Mn^{2+} ở độ pH = 6,5 ÷ 7 trong 10 ÷ 15 phút.

Để ôxi hóa 1 mg Mn^{2+} cần 1,35 ClO_2 hay 1,45 mg O_3 . Nếu trong nước có các hợp chất hữu cơ, thì lượng Clo cho vào nước phải đủ để ôxi hóa cả chất hữu cơ và cả mangan. $KMnO_4$ ôxi hóa Mn^{2+} ở mọi dạng tồn tại kể cả keo hữu cơ để tạo thành $Mn(OH)_4$

2. Phương pháp sinh học : Cấy một loại vi sinh vật có khả năng hấp thụ mangan trong quá trình sinh trưởng lên bề mặt lớp vật liệu lọc. Các vi sinh vật sẽ tạo thành lớp màng ôxit mangan trên bề mặt hạt vật liệu lọc. Lớp màng này có tác dụng xúc tác quá trình khử mangan.

Chương VI

KHỬ TRÙNG NƯỚC

Khử trùng nước là khâu bắt buộc cuối cùng trong quá trình xử lý nước ăn uống sinh hoạt. Trong nước thiên nhiên chứa rất nhiều vi sinh vật và vi trùng. Sau các quá trình xử lý cơ học, nhất là nước sau khi qua bể lọc, phần lớn các vi trùng đã bị giữ lại. Song để tiêu diệt hoàn toàn các vi trùng gây bệnh, cần phải tiến hành khử trùng nước.

Hiện nay có nhiều biện pháp khử trùng nước có hiệu quả như :

- Khử trùng bằng các chất ôxi hóa mạnh
- Khử trùng bằng các tia vật lí.
- Khử trùng bằng siêu âm.
- Khử trùng bằng phương pháp nhiệt.
- Khử trùng bằng các ion kim loại nặng...

Hiện nay ở Việt Nam đang sử dụng phổ biến nhất phương pháp khử trùng bằng các chất ôxi hóa mạnh.

I. KHỬ TRÙNG BẰNG CÁC CHẤT ÔXI HÓA MẠNH

Các chất ôxi hóa mạnh hay sử dụng hiện nay là : Clo và các hợp chất của Clo, ôzôn, Kali permanganát....

1.1. Khử trùng bằng Clo và các hợp chất của Clo

Clo là một chất ôxi hóa mạnh ở bất cứ dạng nào. Khi Clo tác dụng với nước tạo thành axit hypôclorit (HOCl) có tác dụng diệt trùng mạnh. Khi cho Clo vào nước, chất diệt trùng sẽ khuếch tán xuyên qua vỏ tế bào vi sinh vật và gây phản ứng với men bên trong của tế bào, làm phá hoại quá trình trao đổi chất dẫn đến vi sinh vật bị tiêu diệt.

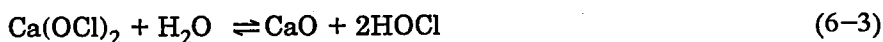
Khi cho Clo vào nước, phản ứng diễn ra như sau :



Hoặc có thể ở dạng phương trình phân li :



Khi sử dụng Clorua vôi, phản ứng diễn ra như sau :



Khả năng diệt trùng của Clo phụ thuộc vào hàm lượng HOCl có trong nước. Nồng độ HOCl phụ thuộc vào lượng ion H^+ trong nước hay phụ thuộc vào pH của nước. Khi :

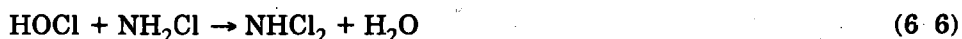
pH = 6 thì HOCl chiếm 99,5% còn OCl^- chiếm 0,5%

pH = 7 thì HOCl chiếm 79% còn OCl^- chiếm 21%

pH = 8 thì HOCl chiếm 25% còn OCl^- chiếm 75%.

Tức là pH của nước càng cao, hiệu quả khử trùng bằng Clo càng giảm.

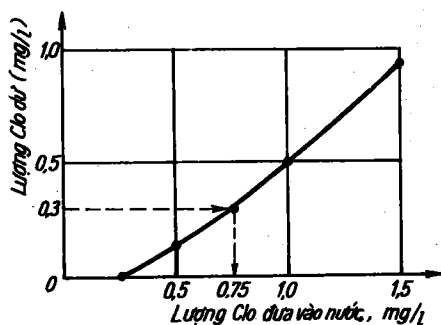
Khi trong nước còn tồn tại amôniac, muối amôni hay các hợp chất hữu cơ có chứa nhóm amôni, thì HOCl vừa tạo thành sẽ lại tác dụng với các chất này theo phản ứng sau :



Do đó khả năng diệt trùng kém đi. Bởi vì khả năng diệt trùng của mônôcloramin thấp hơn dicloramin khoảng 3 ÷ 5 lần, còn khả năng diệt trùng của dicloramin thấp hơn HOCl khoảng 20 ÷ 25 lần. Độ pH càng cao lượng dicloramin tạo thành càng ít, khả năng diệt trùng của Clo càng giảm đi.

Để đảm bảo cho phản ứng khử trùng xảy ra triệt để và còn được tiếp tục trong quá trình vận chuyển trên đường ống đến điểm dùng nước ở cuối mạng lưới, cần đưa thêm vào nước một lượng Clo dư cần thiết, ngoài lượng Clo tính toán. Theo TCXD - 33 : 1985, liều lượng Clo dư ở đầu mạng lưới tối thiểu là 0,5 mg/l, ở cuối mạng lưới tối thiểu là 0,05 mg/l và không được lớn tới mức có mùi khó chịu.

Liều lượng Clo đưa vào nước để khử trùng thường được xác định bằng thực nghiệm. Khi thiết kế sơ bộ có thể lấy như sau : hàm lượng Clo để khử trùng lấy đối với nước ngầm là 0,7 ÷ 1,0 mg/l, đối với nước mặt là 2,0 ÷ 3,0 mg/l. Thí nghiệm xác định liều lượng Clo tiến hành theo các bước sau : Lấy 5 hoặc 7 bình thủy tinh, đổ vào mỗi bình 1 lít nước, sau đó cho vào mỗi bình những lượng Clo khác nhau theo trình tự tăng dần. Khuấy đều và để yên trong bóng tối 30 phút, sau đó lấy mẫu xác định hàm lượng Clo còn lại trong mỗi bình. Từ kết quả thu được, vẽ biểu đồ quan hệ giữa liều lượng Clo còn lại trong nước và liều lượng Clo cho vào nước hình (6-1). Qua biểu đồ, từ hàm lượng Clo dư theo tiêu chuẩn để ra sẽ xác định được hàm lượng Clo yêu cầu cho vào nước. Để chắc chắn, sau đó làm 1 thí nghiệm khác với liều lượng Clo yêu cầu đã xác định được và kiểm tra chỉ tiêu vi trùng của mẫu nước thí nghiệm. Phương pháp thí nghiệm này được sử dụng rộng rãi trong các nhà máy nước để xử lý nước theo từng mùa. Khi trong nước có chứa amôniac hoặc muối amôni, biểu đồ hấp thụ Clo có dạng như hình (6-2).



Hình 6-1 : Biểu đồ tương quan giữa liều lượng Clo dư và lượng Clo đưa vào nước (mg/l).

Ở đây, muốn đảm bảo lượng Clo dư trong nước là Clo tự do, hàm lượng Clo cho vào nước cao hơn so với trường hợp trong nước không có amoniac hoặc muối amôni.

Đối với nước bị nhiễm bẩn nặng, trong nước có chứa nhiều hợp chất hữu cơ hoặc cần khử màu và mùi vị, liều lượng Clo đưa vào để khử các chất này cao. Sau khi khử trùng,

lượng Clo dư còn lại trong nước quá lớn, cần phải khử bớt lượng Clo dư trong nước xuống giới hạn cho phép. Có thể áp dụng 1 số biện pháp sau :

- Clo hóa nước kết hợp với amôniac hóa : trường hợp nước có chứa phenol, tiến hành amôniac hóa trước. Liều lượng amôniac hay muối amôni lấy từ 0,5 ÷ 1,0g tính theo ion NH_4^+ cho 1gCl. Sau đó cho Clo vào nước, sẽ tạo thành Cloramin mà không tạo thành Clophenol có mùi rất khó chịu. Nên tiến hành amôniac hóa khi độ pH > 7 để phản ứng xảy ra thuận lợi.

- Dùng than hoạt tính để hấp thụ Clo dư : lọc nước có liều lượng Clo dư cao qua lớp than hoạt tính dày từ 2 ÷ 2,5m, kích thước hạt từ 1,5 ÷ 2,5mm, tốc độ lọc 20 ÷ 30 m/h. Hoàn nguyên lại độ hấp thụ của lớp than hoạt tính bằng dung dịch canxihypôclorit hoặc dung dịch kiềm nóng.

Ngoài ra, đối với những thành phố lớn hoặc có mạng lưới cấp nước kéo dài, để lượng Clo dư trong nước không vượt quá giới hạn cho phép, có thể dùng biện pháp khử trùng bằng Clo hóa nhiều đợt hoặc kết hợp giữa Clo hóa và amôniac hóa.

Các dạng Clo sử dụng để khử trùng hiện nay là :

Clo nguyên chất, Clorua vôi, natrihypôclorit (nước zaven) hoặc canxi hypôclorit và Clodioxít.

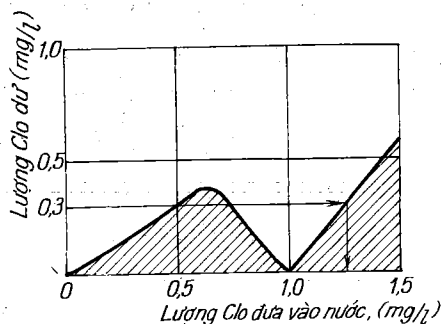
Sau đây là một số dạng thiết bị pha chế Clo và các hợp chất Clo vào nước để khử trùng.

1. Khử trùng bằng Clo lỏng

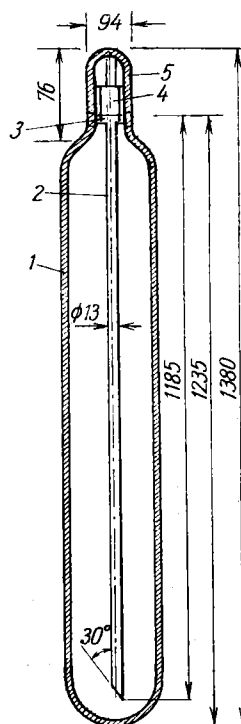
Clo lỏng là 1 dạng Clo nguyên chất có màu vàng xanh, trọng lượng riêng là 1,47 kg/l. Clo lỏng được sản xuất trong nhà máy, đựng trong các bình chứa có dung tích từ 50 ÷ 500 lít, áp suất trong bình từ 6 ÷ 8 at. Ngoài ra còn có thùng có dung tích lớn từ 800 ÷ 4000 lít dùng cho các nhà máy nước tiêu thụ Clo trên 1 tấn/ngày. Hình (6-3) và hình (6-4) giới thiệu 2 loại bình Clo này. Khi sử dụng, để pha Clo lỏng dưới áp suất cao vào nước, người ta dùng thiết bị giảm áp suất, Clo bốc thành hơi và hòa vào trong nước.

Như vậy khi dùng Clo lỏng để khử trùng nước, tại nhà máy nước phải lắp đặt thiết bị chuyên dùng để đưa Clo vào nước gọi là Clorato. Clorato có chức năng pha chế và định lượng Clo hơi vào nước. Clorato chia hai loại : Clorato áp lực và Clorato chân không. Trong Clorato áp lực : Khí Clo hòa vào nước dưới áp lực lớn hơn áp lực khí quyển và áp lực nước trong ống dẫn. Trong Clorato chân không : áp lực khí Clo hòa vào nước thấp hơn áp lực khí quyển.

Do Clorato áp lực đưa Clo vào nước với áp suất cao, hay bị rò hơi Clo ra ngoài gây nguy hiểm, nên hiện nay ít dùng. Clorato chân không được sử dụng phổ biến. Theo nguyên tắc làm việc, Clorato chân không được chia làm 2 loại : Clorato tỉ lệ và Clorato cố định.

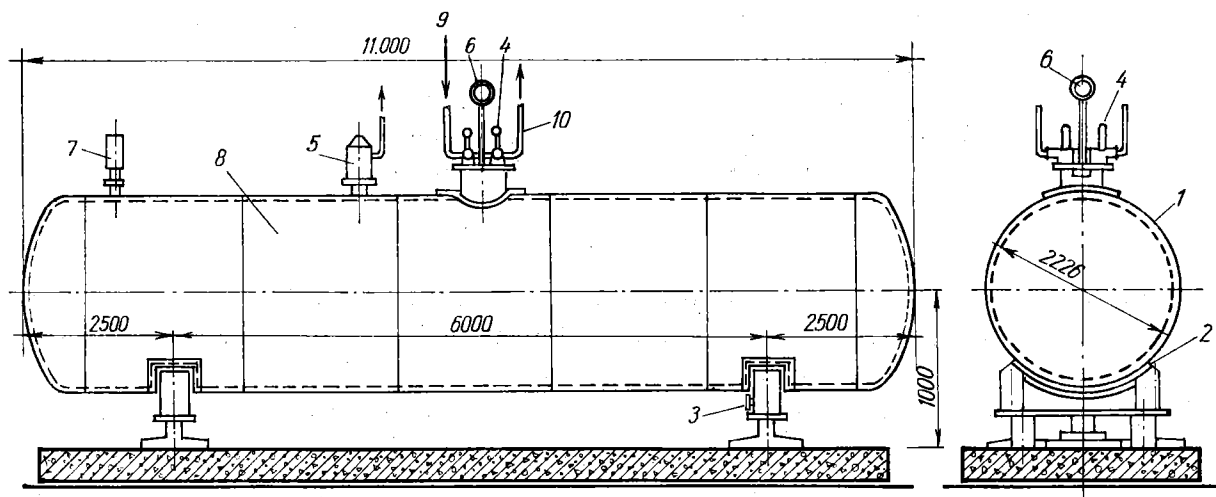


Hình 6-2 : Biểu đồ tương quan giữa lượng Clo dư và lượng Clo đưa vào nước có chứa muối amôni.
I - Cloramin ; II - Clo tự do.



Hình 6-3 : Bình Clo lỏng
dung tích 50 ÷ 500 lít

- 1- Vỏ bình
- 2- Ống xi phong
- 3- Vòng ren nắp bảo vệ
- 4- Van xả khí
- 5- Nắp bảo vệ.



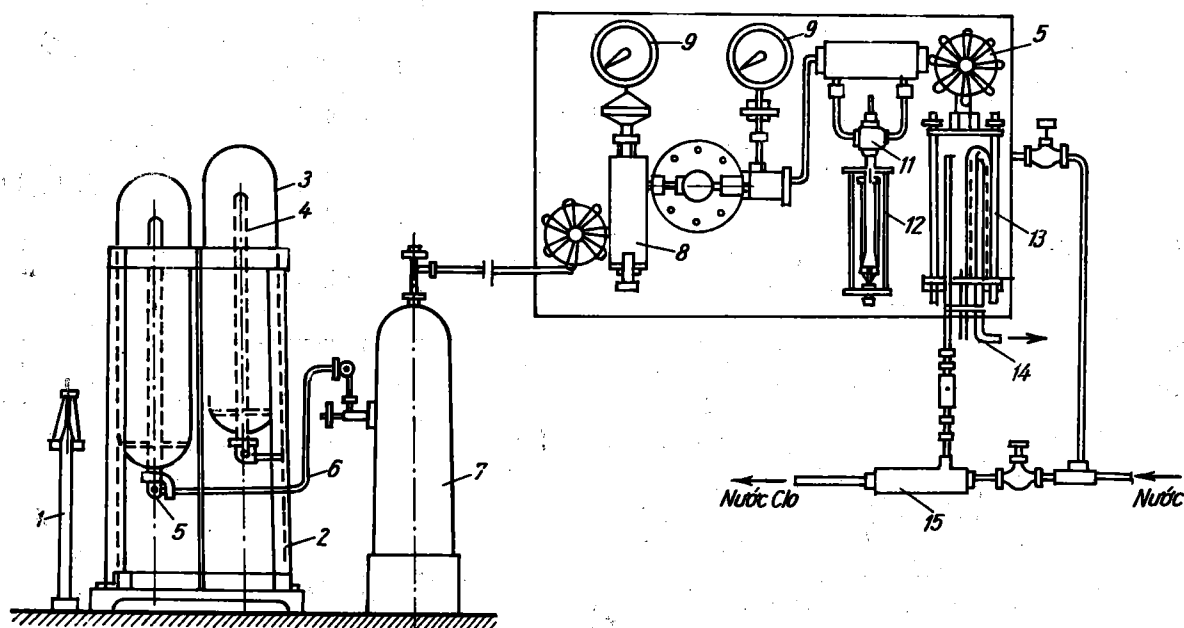
Hình 6-4 : Thùng Clo lỏng dung tích 800 ÷ 4000 lít

- 1- Vỏ ; 2- Đáy ; 3- Lỗ thăm ; 4- Van bảo hiểm ; 5- Van xả khí ; 6- Đồng hồ áp lực
- 7- Ống xi phong ; 8- Clo lỏng ; 9- Không khí nén ; 10- Khí Clo

Loại cố định : cho 1 lượng khí Clo không đổi vào nước xử lí.

Loại tỉ lệ : Cho lượng khí Clo vào nước thay đổi tương ứng với sự thay đổi lưu lượng nước xử lí.

Hình (6-5) giới thiệu hệ thống pha chế Clo theo kiểu Clorato chân không có lưu lượng không đổi.



Hình 6-5 : Hệ thống pha chế Clo

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1- Cân bàn | 9- Áp lực kế cao áp và thấp áp |
| 2- Giá đặt bình Clo | 10- Thiết bị điều áp |
| 3- Bình Clo lỏng | 11- Van điều chỉnh lưu lượng |
| 4- Ống trong dẫn hơi Clo | 12- Lưu lượng kế |
| 5- Van khóa | 13- Bình trộn |
| 6- Ống dẫn hơi Clo | 14- Ống xả |
| 7- Bình trung gian | 15- Ezécô |
| 8- Bình lọc | |

Nguyên tắc làm việc của hệ thống pha chế Clo : Bình Clo lỏng 3 được đặt trên giá đặt bình 2 và đặt trên cân bàn 1 để kiểm tra lượng Clo đã tiêu thụ. Khi mở van 5 ở bình Clo lỏng, Clo nước sẽ bốc hơi và đi vào bình trung gian 7 để lắng tách bụi và hơi nước. Sau đó hơi Clo được dẫn vào thiết bị định lượng Clo gọi là Clorato. Hơi Clo từ bình trung gian 7 được dẫn vào bình lọc 8 để lọc sạch bụi bẩn và tạp chất không được giữ lại ở bình 7. Khí Clo sạch đi vào thiết bị điều áp 10 để hạ bớt áp lực. Việc điều áp được thực hiện bằng áp lực kế cao áp và thấp áp 9. Lưu lượng khí Clo được xác định bằng lưu lượng kế 12. Sau đó khí Clo vào bình trộn 13 để hòa trộn với nước. Dung tích Clo được hút ra khỏi bình trộn bằng ezécô 15 và theo đường ống dẫn đến điểm hòa trộn với nước cần phải đảm bảo điều kiện khuấy trộn đều Clo cho vào nước xử lý. Các loại Clorato có công suất : 0,04 ÷ 25,4 kg/h; 4,5 ÷ 120 kg/h ; 0,08 ÷ 82 kg/h ; 3,5 ÷ 25 kg/h... Áp lực nước Clo sau Clorato và ezécô lấy từ 5 ÷ 7m cột nước Ezécô tạo nên chân không hút nước Clo, nên Clo không bị rò rỉ ra ngoài. Clorato làm việc điều chỉnh giảm áp tự động. Năng suất bốc hơi của Clo trong điều

kiện bình thường là $0,7 + 1,0 \text{ kg/h-m}^2$ tính theo diện tích bốc hơi thành bình. Trường hợp làm nóng bình chứa bằng nước nóng hay khí nóng đến nhiệt độ $30 + 40^\circ\text{C}$, cho năng suất bốc hơi đến 5kg/h-m^2 . Nếu dùng loại thùng chứa có thể nhận được $3 + 4 \text{ kg/h-m}^2$ trong điều kiện bình thường.

Buồng đặt thiết bị định liều lượng Clo nếu dùng riêng phải có 2 cửa, 1 cửa qua buồng đệm, 1 cửa thông ra ngoài. Tất cả các cửa phải mở cánh ra phía ngoài. Cho phép bố trí kho chứa Clo sát buồng định liều lượng Clo, khi đó phải ngăn cách với nhau bằng tường chống cháy kín không có cửa sổ. Kho chứa Clo cần thiết kế theo tiêu chuẩn đối với kho chứa các chất độc hại mạnh. Buồng định liều lượng Clo nếu thiết kế hợp khối với công trình xử lý, cần được cách li với các buồng khác và phải có 2 cửa theo quy định ở trên. Trong buồng định liều lượng Clo hợp khối với công trình xử lý, cho phép bảo quản Clo lỏng với số lượng không quá 50 kg, nhưng cần phải có bình dự phòng. Khi dùng Clorato kiểu chân không, cần cung cấp nước có chất lượng nước sinh hoạt với áp suất không nhỏ hơn 3kG/cm^2 cho buồng định liều lượng Clo. Lượng nước tính toán để cho Clorato làm việc lấy bằng $0,6 \text{ m}^3/\text{kgClo}$. Nước Clo xả ra trong trường hợp có sự cố phải cho qua bể chứa các chất khử khí.

Số lượng các thiết bị công nghệ dự phòng trong buồng định liều lượng Clo lấy như sau :

- Khi có 2 Clorato làm việc - 1 Clorato dự phòng
- Trên 2 Clorato làm việc - 2 Clorato dự phòng.

Cần có 1 máy dự phòng để phân tích Clo dư trong nước, không phụ thuộc vào số lượng máy phân tích Clo dư làm việc.

Cần có 1 ezectơ dự phòng, không phụ thuộc vào số lượng ezectơ làm việc.

Để dẫn Clo lỏng và khí Clo phải dùng ống thép đúc hoặc các loại ống khác đảm bảo độ kín và chịu được áp lực cần thiết khi vận chuyển khí Clo từ kho đến máy định liều lượng cần thiết kể số ống dẫn Clo không ít hơn 2 (trong đó có 1 đường ống dự phòng).

Ống dẫn Clo và thiết bị phụ thùng đi kèm, cần tính với áp lực công tác 16kG/cm^2 và áp lực thử 23 kG/cm^2 .

Các đoạn ống dẫn Clo nằm hở ra ngoài không khí, cần có lớp bảo vệ để chống tác dụng của ánh sáng mặt trời.

Ống dẫn Clo đặt trong phòng phải có giá đỡ gắn vào tường, nếu đặt ngoài nhà phải có trụ đỡ.

Nếu nối ống bằng măng sông, thì phải hàn 2 đầu măng sông. Nếu nối bằng mặt bích, thì phải dùng vòng đệm chịu Clo và bulông bằng thép không gỉ.

Ống dẫn Clo cần có độ dốc chung 0,01 về phía thùng đựng Clo lỏng và không được phép có các mối nối có thể tạo thành vật chắn thủy lực hoặc nút khí. Đường kính ống dẫn Clo có chiều dài đến 500m cần được tính theo công thức :

$$d_{\text{Clo}} = 1,2 \sqrt{\frac{Q}{v}} \text{ (m)} \quad (6-8)$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng lớn nhất của khí Clo hoặc Clo lỏng (m^3/s).

Lấy lớn hơn lưu lượng trung bình giờ từ 3 ÷ 5 lần.

V : Tốc độ trong đường ống, lấy bằng 2,5 ÷ 3,5m/s đối với khí Clo và 0,8 m/s đối với Clo lỏng.

Tất cả các quy định nêu trên đều lấy theo TCXD - 33 : 1985.

Ngoài ra, để thiết kế trạm Clorato, cần tuân theo 1 số quy định sau :

Diện tích trạm Clorato tính theo tiêu chuẩn : $3m^2$ cho 1 Clorato và $4m^2$ cho 1 cân bàn. Khi công suất trạm lớn hơn 250 kgClo/ngày phải chia trạm thành các buồng riêng biệt : buồng đặt Clorato và buồng đặt bình Clo lỏng.

Trạm phải được thông gió thường xuyên bằng quạt với tần suất 12 lần tuần hoàn trong 1 giờ. Không khí được hút ở điểm thấp sát mặt sàn và xả ra ở điểm cao hơn 2m so với nóc nhà cao nhất trạm.

Trạm Clorato phải được bố trí cuối hướng gió.

Trạm được trang bị phương tiện phòng hộ, thiết bị vận hành hệ thống bảo hiểm, thiết bị báo nồng độ hơi Clo trong buồng công tác.

Kho dự trữ Clo có thể có lượng dự trữ đủ cho từ 15 ÷ 90 ngày sử dụng tùy theo khoảng cách vận chuyển từ nơi sản xuất đến nhà máy nước.

2. Khử trùng bằng Clorua vôi và canxi hypôclorit :

Clorua vôi được sản xuất bằng cách cho Clo phản ứng với vôi tôi. Trong Clorua vôi lượng Clo hoạt tính chiếm 20 ÷ 25% Clorua vôi để hút ẩm và phân hủy khí Clo, nên cần bảo quản trong các kho kín, khô ráo.

Canxi hypôclorit $Ca(OCl)_2$ là sản phẩm của quá trình làm bão hòa dung dịch vôi sữa bằng hơi Clo. Hàm lượng Clo hoạt tính chiếm 30 ÷ 45%. $Ca(OCl)_2$ không hút ẩm, có thể bảo quản lâu trong kho tối, khô ráo mà không bị giảm độ hoạt tính.

Cả 2 loại hóa chất này được bảo quản ở dạng bột nên trước khi đưa vào sử dụng phải pha chế theo quy trình sau : Cho hóa chất vào thùng hòa trộn, hòa tan với nước đến nồng độ 10% để lắng tách cặn bẩn và tạp chất. Sau đó đưa dung dịch này vào thùng tiêu thụ, pha trộn với nước đến nồng độ 0,5 ÷ 1,0% là nồng độ yêu cầu.

Dung tích các thùng xác định theo công thức :

$$W = \frac{Q_{at}}{100bc} (m^3) \quad (6-9)$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng nước xử lý (m^3/h).

t : Thời gian cần thiết cho 1 lần pha (giờ).

a : Liều lượng chất khử trùng tính theo Clo hoạt tính (g/m^3).

c : Hàm lượng Clo hoạt tính có trong hóa chất (%).

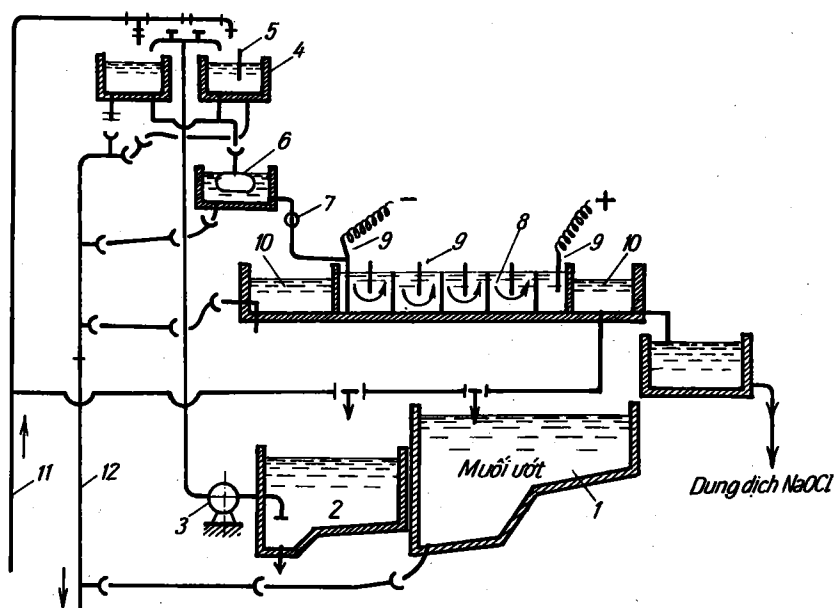
b : Nồng độ dung dịch pha (%).

Số thùng hòa trộn lấy bằng 1, số thùng tiêu thụ không ít hơn 2. Từ thùng tiêu thụ, dung dịch được đưa vào nước bằng thiết bị định lượng (tham khảo chương II).

3. Dùng Natri hypôclorit (nước zaven) để khử trùng. NaClO là sản phẩm của quá trình điện phân dung dịch muối ăn. Nước zaven có nồng độ Clo hoạt tính từ $6 \div 8$ g/l. Khử trùng bằng nước zaven chỉ nên áp dụng đối với các nhà máy nước không có điều kiện cung cấp Clo hoặc hóa chất khác.

Để điều chế nước zaven, phải xây dựng trạm điện giải.

Trạm điện giải gồm bể dự trữ muối ướt, các bể hòa trộn, bể tiêu thụ và bình điện giải. Sơ đồ công nghệ điện phân muối ăn được trình trên sơ đồ hình (6-6).



Hình 6-6 : Sơ đồ công nghệ điện phân muối

- 1- Kho chứa muối ướt ; 2- Dung dịch muối $20 \div 25\%$; 3- Máy bơm dung dịch muối ;
4- Bể dung dịch muối $8 \div 9\%$; 5- Tỉ trọng kế ; 6- Thiết bị định lượng ; 7- Ống dẫn dung dịch vào bình điện phân ; 8- Bể điện phân ; 9- Các điện cực dương, âm lưỡng tính ; 10- Bể nước làm nguội ; 11- Ống thoát nước ; 12- Ống dẫn nước sạch.

Muối ướt hòa tan từ bể dự trữ, được đưa sang bể hòa trộn, pha chế đến nồng độ $20 \div 25\%$, sau đó được đưa sang bể định lượng pha thành nồng độ $8 \div 9\%$ mới đưa vào bể điện phân. Nước zaven điều chế được sẽ chứa vào bể dự trữ, tối thiểu có thể đảm bảo sự làm việc liên tục của bình điện phân từ $8 \div 16$ giờ.

Dung tích thùng định lượng xác định theo công thức :

$$W = 7,2 \cdot \frac{Nq_m}{100} = 0,072 Nq_m \text{ (m}^3\text{)} \quad (6-9)$$

Trong đó :

N : Số bể điện phân làm việc đồng thời

q : Lưu lượng 1 bể điện phân 0,4 lít/phút

m : Số giờ sử dụng giữa 2 lần pha.

Số bể điện phân có kích thước ngoài 70 × 22 cm tính theo công thức sau :

$$N = \frac{Q \cdot a}{60 qb} \text{ (bể)} \quad (6-10)$$

Trong đó :

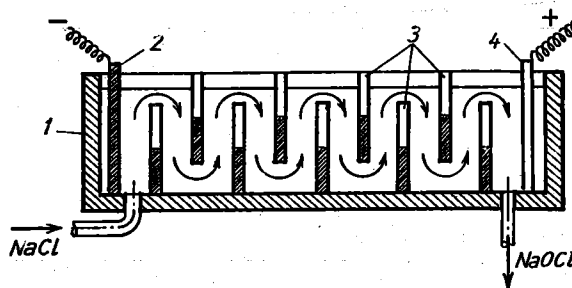
Q : Lưu lượng nước cần khử trùng (m^3/h).

a : Lượng Clo hoạt tính cho vào nước (mg/l).

q : Lưu lượng nước zaven của 1 bình điện phân 0,4 lít/phút.

b : Nồng độ Clo hoạt tính trong nước zaven lấy 5 + 6 g/l.

Sơ đồ bình điện phân có thể xem trên hình (6-7)



Hình 6-7 : Bình điện phân

1- Bình điện phân ; 2- Cực âm ; 3- Cực lưỡng tính ; 4- Cực dương

Bể điện phân có thể làm bằng bê tông sỏi nhỏ hay nhựa có thể chịu axit và nhiệt độ 100°C.

Trạm điện giải cần đặt cuối hướng gió, cần thông hơi, thoáng gió và đảm bảo an toàn cho các công trình xung quanh.

Trạm thường xây dựng gần bể chứa, để đường ống dẫn nước zaven không quá dài.

1.2. Khử trùng bằng Clo và amôniac

Khi khử trùng bằng Clo, mà trong nước có chứa phenol, để ngăn chặn mùi Clophenol, phải đặt thiết bị để cho khí amôniac vào nước. Amôniac phải được bảo quản trong bình hoặc thùng đặt tại kho tiêu thụ.

Thiết bị amôniac hóa được bố trí trong buồng riêng, cách li với buồng định liều lượng Clo và phải được trang bị cơ giới hóa để di chuyển các bình và thùng.

Liều lượng amôniac cần thiết đưa vào nước phải được xác định bằng thực nghiệm.

Cách thức pha chế và định lượng amôniac về cơ bản cũng như Clo.

1.3. Dùng ôzôn để khử trùng

Ôzôn là 1 chất khí có màu ánh tím ít hòa tan trong nước và rất độc hại đối với con người. Ở trong nước, ôzôn phân hủy rất nhanh thành ôxi phân tử và nguyên tử. Ôzôn có tính hoạt hóa mạnh hơn Clo, nên khả năng diệt trùng mạnh hơn Clo rất nhiều lần.

Ưu điểm của việc khử trùng bằng ôzôn : Lượng ôzôn cần thiết cho vào nước không lớn ($0,75 \div 1 \text{ mg/l}$ đối với nước ngầm; $1,0 \div 3,0 \text{ mg/l}$ đối với nước mặt); Thời gian tiếp xúc rất ngắn (5 phút) ; không gây mùi khó chịu cho nước kể cả khi trong nước có phenol. Ôzôn có thể được sản xuất tại nhà máy nước bằng thiết bị gọi là ôzônato. Cho 1 lượng không khí khô và sạch đi qua 1 trường phóng điện tối có điện thế cao hơn 10.000 vôn sẽ thu được ôzôn. Lượng Ôzôn dư trong nước sau ngắn trộn chỉ cần $0,1 \div 0,3 \text{ mg/l}$.

Nhược điểm của việc dùng ôzôn là hiệu suất của ôzônato thấp ($10 \div 15\%$). Nếu sản xuất 1 kgO_3 , tiêu tốn $30 \div 40 \text{ kW/h}$ điện.

Tuy vậy hiện nay trên thế giới, việc khử trùng bằng ôzôn đang có xu hướng phát triển mạnh

Ôzôn sau khi đã được điều chế, được đưa vào nước bằng êzéc tơ hay nhờ hệ thống phân phối đặt ở đáy bể tiếp xúc.

Trạm điều chế ôzôn : Bao gồm các thiết bị điều chế và khuấy trộn ôzôn vào nước.

Để điều chế ôzôn : Cần có hệ thống vận chuyển không khí, nguồn điện và máy tạo ôzôn.

Thiết bị điều chế ôzôn cần đặt trong phòng riêng hoặc trong khối công trình xử lí. Việc điều chế ôzôn phải thực hiện cách xa những chỗ có độ ẩm không khí cao trên 200m (như : tháp làm lạnh, giếng phun, bể chứa nước hồ...).

Sự hòa tan hỗn hợp ôzôn không khí với nước phải được thực hiện bằng máy khuấy trong cột ống hoặc bằng cách làm sủi bọt trong bể chứa và trong bể trộn êzéc tơ.

II KHỬ TRÙNG NƯỚC BẰNG TIA TỬ NGOẠI

Tia tử ngoại hay còn gọi là tia cực tím, là các tia có bước sóng ngắn có tác dụng diệt trùng rất mạnh.

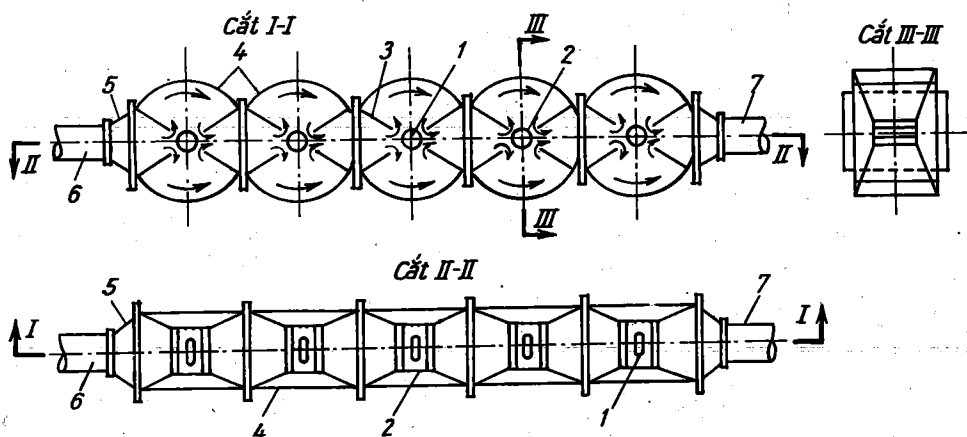
Nguyên lí khử trùng diễn ra như sau : dùng các đèn bức xạ tử ngoại, đặt trong dòng chảy của nước. Các tia cực tím phát ra sẽ tác dụng lên các phần tử prôtít của tế bào vi sinh vật, phá vỡ cấu trúc và mất khả năng trao đổi chất, vì thế chúng bị tiêu diệt. Hiệu quả khử trùng chỉ đạt được triệt để khi trong nước không có các chất hữu cơ và cặn lơ lửng. Sơ đồ phổ biến sử dụng tia cực tím để sát trùng thể hiện trên hình (6-8).

Chi phí điện năng để sát trùng bằng tia cực tím không quá $10 \div 15 \text{ kW/h}$ cho 1 m^3 nước ngầm và 30 kW/h cho 1 m^3 nước mặt. Sát trùng bằng tia cực tím không làm thay đổi mùi vị của nước.

III. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỬ TRÙNG KHÁC

3.1. Khử trùng bằng siêu âm

Dùng dòng siêu âm với cường độ tác dụng lớn trong khoảng thời gian nhỏ nhất là 5 phút, sẽ có thể tiêu diệt toàn bộ vi sinh vật có trong nước.



Hình 6-8 : Sơ đồ thiết bị khử trùng bằng tia cực tím.

1- Đèn thủy ngân thạch anh ППК-7, dùng cho công suất 150 m³/h.

2- Hộp thạch anh ; 3- Tấm chắn hướng tâm ; 4- Vỏ bọc ;

5- Ống chuẩn ; 6- Ống vào ; 7- Ống ra.

3.2. Khử trùng bằng phương pháp nhiệt

Đây là phương pháp cổ truyền. Đun sôi nước ở nhiệt độ 100°C có thể tiêu diệt phần lớn các vi khuẩn có trong nước. Chỉ trừ nhóm vi khuẩn khi gặp nhiệt độ cao sẽ chuyển sang dạng bào tử vững chắc.

Tuy nhiên, nhóm vi khuẩn này chiếm tỉ lệ rất nhỏ. Phương pháp đun sôi nước tuy đơn giản, nhưng tốn nhiên liệu và công kênh, nên chỉ dùng trong quy mô gia đình.

3.3. Khử trùng bằng Ion bạc

Ion bạc có thể tiêu diệt phần lớn vi trùng có trong nước. Với hàm lượng 2 ÷ 10 ion g/l đã có tác dụng diệt trùng. Tuy nhiên, hạn chế của phương pháp này là : nếu trong nước có độ màu cao, có chất hữu cơ, có nhiều loại muối... thì ion bạc không phát huy được khả năng diệt trùng.

Để thu được ion bạc, người ta có thể dùng các biện pháp như sau :

- Tăng diện tích tiếp xúc trực tiếp giữa nước và bạc.
- Sản xuất viên ôxít bạc để hòa vào nước.
- Điện phân với các điện cực bằng bạc.

CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ĐẶC BIỆT

I. KHỬ MÙI VÀ VỊ TRONG NƯỚC

Hầu hết các nguồn nước thiên nhiên đều có mùi và vị, nhất là mùi. Theo nguồn gốc phát sinh, mùi được chia làm 2 loại : mùi tự nhiên và mùi nhân tạo. Mùi tự nhiên chủ yếu là do hoạt động sinh sống và phát triển của các vi sinh vật và rong tảo có trong nước. Mùi nhân tạo chủ yếu do ảnh hưởng của nước thải công nghiệp gây ra. Ngoài mùi, nước thiên nhiên có thể có nhiều vị khác nhau như : mặn, đắng, chua, cay... Theo tiêu chuẩn nước ăn uống, sinh hoạt, nước không được có mùi, vị. Vì vậy cần tiến hành khử mùi, vị.

Thông thường, các quá trình xử lý nước đã khử được hết mùi và vị có trong nước. Chỉ khi nào các biện pháp xử lý trên không đáp ứng được yêu cầu cần khử mùi, vị thì mới áp dụng các biện pháp khử mùi, vị độc lập.

Sau đây là một số biện pháp khử mùi và vị thường dùng :

1.1. Khử mùi bằng làm thoáng

Dựa trên nguyên tắc : các công trình làm thoáng có thể làm bay hơi các loại khí gây mùi cho nước và đồng thời ôxi hóa các chất có nguồn gốc hữu cơ và vô cơ gây mùi.

Các công trình làm thoáng khử mùi cũng tương tự như các công trình làm thoáng để khử sắt như : dàn mưa, phun mưa, bể làm thoáng cưỡng bức...

1.2. Khử mùi bằng các chất ôxi hóa mạnh

Các chất ôxi hóa mạnh để khử mùi có thể là : clo và các hợp chất của clo, ôzôn, permanganát Kali...

Dùng clo và ôzôn để khử mùi, vị gây nên bởi các vi sinh có nguồn gốc động, thực vật là biện pháp tương đối thông dụng. Đa số các trường hợp đều dùng clo để khử mùi, vị trong nước. Tuy nhiên còn một số trường hợp, dùng clo không có hiệu quả, cần phải thay thế bằng ôzôn.

Ví dụ :

- Dùng clo để ôxi hóa các chất thải của vi sinh và xác chết của chúng, sẽ gây nên cho nước có mùi bùn.

- Dùng clo để ôxi hóa nước có phenol, sẽ tạo thành clophenol gây thêm mùi khó chịu cho nước.

- Dùng hàm lượng clo cao để ôxi hóa các chất có trong nước, gây cho nước có mùi clo rất khó chịu. Trường hợp này có thể phải dùng amôniac hóa để khử clo hoặc dùng ôzôn.

Ngoài ra có thể dùng kali permanganát KMnO_4 để khử mùi mới xuất hiện trong quá trình clo hóa nước. Ưu điểm của việc dùng KMnO_4 là ngoài việc khử mùi clo, nó còn khử được mùi dầu thầu dầu, là một trong những mùi khó khử nhất.

1.3. Khử mùi bằng phương pháp dùng than hoạt tính

Than hoạt tính có khả năng hấp thụ rất cao đối với các chất gây mùi. Dựa vào khả năng này, người ta khử mùi của nước bằng cách lọc nước qua than hoạt tính. Các loại than hoạt tính thường dùng là : than ăngtraxít, than cốc, than bạch dương hay than bùn dạng bột để cho vào nước.

Than hoạt tính dùng trong các bể lọc khử mùi có kích thước $d = 1 \div 3\text{mm}$, chiều dày lớp than $l = 1,5 \div 4\text{m}$. Tốc độ lọc có thể đạt 50 m/h .

Các bể lọc than hoạt tính thường bố trí sau bể lọc trong và khử trùng.

Để phục hồi khả năng hấp thụ của than hoạt tính dùng dung dịch kiềm nóng.

Khi nước có mùi không liên tục, mà chỉ xảy ra vào từng thời kì nhất định, thì phương pháp dùng bể lọc than sẽ không kinh tế. Khi đó có thể khử mùi bằng bột than với liều lượng không quá 12 mg/l . Có thể dùng $5 \div 7 \text{ mg/l}$ cho vào bể trộn, còn lại không quá 5 mg/l cho vào ngay trước bể lọc để tránh rút ngắn chu kì lọc do ảnh hưởng của bột than. Khối lượng than hoạt tính lấy từ $0,06 \div 0,12\text{m}^3$ cho 1m^3 nước trong 1 giờ.

II. LÀM MỀM NƯỚC

Làm mềm nước hay khử độ cứng trong nước là khử các loại muối Ca và Mg có trong nước. Thường nước cấp cho một số lĩnh vực công nghiệp cần làm mềm là : công nghiệp dệt, sợi nhân tạo, hóa chất, chất dẻo, giấy... và nước cấp cho các loại nồi hơi.

Các phương pháp làm mềm nước :

Phương pháp nhiệt

Phương pháp hóa học

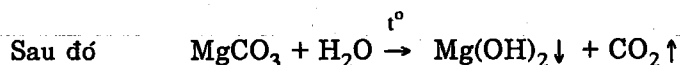
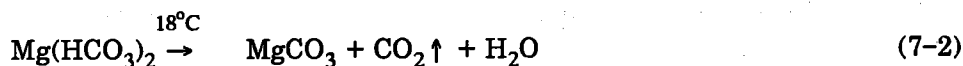
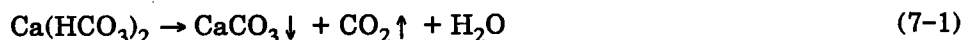
Phương pháp trao đổi ion

2.1. Làm mềm nước bằng phương pháp nhiệt

Khi đun nước, khí CO_2 tự do bốc hơi, làm phá vỡ sự cân bằng của hợp chất CO_2 , dẫn đến sự phân li của các bicacbonat và các chất khó tan như CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ sẽ lắng đọng.

Đun nước lên đến 100°C , có thể khử toàn bộ độ cứng cacbonat và 1 phần nhỏ độ cứng không cacbonat.

Có thể biểu diễn sự làm mềm nước bằng phương pháp nhiệt theo các phương trình phân li sau :



Phương pháp nhiệt chỉ áp dụng cho các hệ thống cấp nước nồi hơi, vì tận dụng được lượng nhiệt thừa của nồi hơi.

2.2. Làm mềm nước bằng phương pháp hóa học

Cơ sở của phương pháp là đưa vào nước các hóa chất có khả năng kết hợp với các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} để tạo ra các hợp chất không tan và loại trừ khỏi nước bằng biện pháp lắng lọc.

1. Khử độ cứng cacbonát và làm mềm nước bằng vôi + xôđa

Khi khử độ cứng cacbonát và làm mềm nước bằng vôi + xôđa, phải dùng vôi ở dạng vôi sữa. Khi lượng vôi dùng hàng ngày ít hơn 0,25 tấn tính theo CaO, thì được phép cho vôi vào nước ở dạng dung dịch vôi bão hòa.

a) Để khử độ cứng cacbonát, liều lượng vôi D_v tính theo CaO cần xác định theo công thức sau :

$$\text{Khi } \frac{Ca^{2+}}{20} > C_c ; D_v = 28 \left(\frac{CO_2}{22} + C_K + \frac{D_K}{e_K} + 0,5 \right) \text{ (mg/l)} \quad (7-3)$$

$$\text{Khi } \frac{Ca^{2+}}{20} < C_c ; D_v = 28 \left(\frac{CO_2}{22} + 2C_K - \frac{Ca^{2+}}{20} + \frac{D_K}{e_K} + 1 \right) \text{ (mg/l)} \quad (7-4)$$

Trong đó :

CO_2 : Nồng độ CO_2 tự do trong nước (mg/l)

Ca^{2+} : Hàm lượng canxi trong nước (mg/l)

C_c, C_K : Độ cứng cacbonát và không cacbonát của nước (mgd/l)

D_K : Liều lượng chất keo tụ $FeCl_3$ hoặc $FeSO_4$ (mg/l) tính theo sản phẩm khô

e_K : Dương lượng của hoạt chất trong các chất keo tụ. Đối với $FeCl_3$: $e_K = 54$; đối với $FeSO_4$: $e_K = 76$.

b) Liều lượng vôi và xôđa khi làm mềm nước cần xác định theo công thức sau :

$$D_v = 28 \left(\frac{CO_2}{22} + C_K + \frac{Mg^{2+}}{L^2} + \frac{D_K}{e_K} + 0,5 \right) \text{ (mg/l)} \quad (7-5)$$

$$D_{XD} = 53 \cdot \left(C_K + \frac{C_K}{e_K} + 1 \right) \text{ (mg/l)} \quad (7-6)$$

Trong đó :

Mg^{2+} : Hàm lượng magiê chứa trong nước (mg/l)

C_K : Độ cứng không cacbonát của nước (mg/l)

2. Khi làm mềm nước bằng vôi hoặc xôđa

Liều lượng chất keo tụ tính theo sản phẩm khô xác định theo công thức :

$$D_K = 3 \sqrt[3]{C} \text{ (mg/l)} \quad (7-7)$$

Trong đó :

C : Lượng cần tạo thành khi làm mềm, tính theo chất khô (mg/l) giá trị của C cần xác định theo công thức :

a) Khi làm mềm bằng vôi hoặc xôđa :

$$C = M_l + 50 \left(C_{ip} + C_c + \frac{CO_2}{22} + 0,5 \right) + 29 \left(\frac{Mg^{2+}}{12} \right) + D_v \cdot \frac{(100 - m)}{100} \text{ (mg/l)} \quad (7-8)$$

b) Khi khử độ cứng cacbonát (pha vôi)

$$C = M_l + 50 \left(\frac{CO_2}{22} + 2C_c \right) + 29 \left(\frac{Mg^{2+}}{12} \right) + D_v \cdot \frac{(100 - m)}{100} \text{ (mg/l)} \quad (7-9)$$

Trong đó :

M_l : Hàm lượng chất lơ lửng trong nước ngầm (mg/l)

C_{tp} : Độ cứng toàn phần của nước (mgđ/l)

m : Lượng CaO (%) trong vôi thị trường

D_v : Liều lượng vôi tính theo CaO (mg/l)

3. Làm mềm nước bằng phốt phát

Khi cần làm mềm nước triệt để, sử dụng vôi và xôđa vẫn chưa hạ độ cứng của nước xuống được đến mức tối thiểu. Để đạt được hiệu quả, cho vào nước Na_3PO_4 , sẽ khử được hết các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} ra khỏi nước ở dạng các muối không tan.

Quá trình làm mềm nước bằng phốt phát chỉ diễn ra thuận lợi ở nhiệt độ lớn hơn $100^\circ C$. Sau xử lý độ cứng của nước giảm xuống còn $0,04 \div 0,05$ mgđ/l. Do giá thành của Na_3PO_4 cao, nên chỉ dùng với liều lượng nhỏ và sau khi đã làm mềm nước bằng vôi và xôđa.

4. Công nghệ làm mềm nước bằng vôi và xôđa

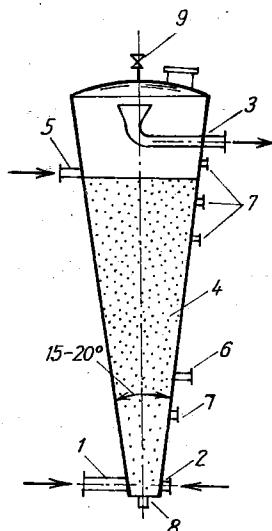
Chia làm 2 trường hợp :

a) Khi khử độ cứng cacbonát, nếu $\frac{Ca^{2+}}{20} > C_c$ và khi làm mềm nước bằng vôi và xôđa, nếu hàm lượng Mg trong nước đã làm mềm không quá 15 mg/l, thì công nghệ làm mềm nước gồm bể lắng xoáy hình phễu - bể lọc.

b) Khi trong nước đã làm mềm có nhiều Mg và nước bị nhiễm bẩn cặn lơ lửng, phải dùng bể lắng trong có lớp cặn lơ lửng để tách cặn tạo ra khi làm mềm.

Bể lắng xoáy có cấu tạo như các bể phản ứng xoáy thông thường, được thể hiện trên hình 7-1.

Khi tính toán bể lắng xoáy, phải lấy tốc độ nước vào bể là $0,8 \div 1,0$ m/s, góc nghiêng của chóp đáy là $15 \div 20^\circ$. Tốc độ nước đi lên tính tại mặt cắt ngang với bộ phận thu là $4 \div 6$ mm/s. Vật liệu tiếp xúc của bể lắng xoáy phải dùng cát thạch anh hay bột có kích thước hạt $0,2 \div 0,3$ mm,



Hình 7-1 : Bể lắng xoáy

- 1- Ống đưa nước vào ;
- 2- Ống đưa hóa chất vào ;
- 3- Ống đưa nước ra ;
- 4- Các hạt tiếp xúc ;
- 5- Ống đưa các hạt tiếp xúc vào ;
- 6- Ống xả các hạt tiếp xúc ;
- 7- Ống lấy mẫu thử ;
- 8- Ống xả khô ;
- 9- Van xả khí.

tính cho 10kg trên 1m³ dung tích bể. Vòi phải cho vào ở phần dưới bể ở dạng dung dịch hoặc vòi sữa. Khi xử lý nước trong bể lắng xoáy không được dùng chất keo tụ.

Bể lắng trong có kết cấu tương tự bể lắng trong thông thường tốc độ nước đi lên vùng lắng trong lấy bằng 0,1 mm/s. Khi độ cứng Mg nhỏ hơn 25% và lấy bằng 0,8 mm/s khi độ cứng Mg lớn hơn 25% độ cứng toàn phần. Chiều cao vùng lắng trong là 2 ÷ 2,5m. Thời gian nén cặn lấy bằng 3 ÷ 4 giờ khi độ cứng Mg < 25% độ cứng toàn phần và lấy bằng 5 ÷ 6 giờ khi độ cứng Mg > 25% độ cứng toàn phần.

Bể lọc để làm trong nước sau khi qua bể lắng xoáy hoặc bể lắng trong phải là bể lọc 1 chiều. Vật liệu lọc là cát có kích thước d = 0,5 ÷ 1,2mm hoặc bể lọc 2 lớp. Bể lọc phải lắp đặt thiết bị rửa trên bề mặt

2.3. Phương pháp làm mềm nước bằng natricationit

Phương pháp Natri - cationit dùng để làm mềm nước ngầm và nước mặt có hàm lượng chất lơ lửng không vượt quá 5 ÷ 8 mg/l và độ màu không quá 30°. Khi dùng phương pháp này, độ kiềm của nước không thay đổi.

Độ cứng của nước có thể giảm xuống đến 0,03 ÷ 0,05 mgđ/l khi dùng phương pháp Natri - cationit một bậc và giảm xuống còn 0,01 mgđ/l khi dùng hai bậc.

Khối lượng cationit cho vào bể lọc 1 bậc xác định theo công thức :

$$W_{cl} = \frac{2 + q \cdot C_{lp}}{n \cdot E_{lv}^{Na}} (m^3) \quad (7-10)$$

Trong đó :

q : Lưu lượng nước được làm mềm (m³/h)

C_{lp} : Độ cứng toàn phần của nước nguồn (gđ/l)

E_{lv}^{Na} khả năng trao đổi thể tích làm việc của cationit khi làm mềm bằng Natri - Cationit (gđ/m³)

n : số lần hoàn nguyên mỗi bể lọc trong 1 ngày (1 ÷ 3 lần)

$$E_{lv}^{Na} = \alpha_c \cdot \beta_{Na} \cdot C_{Na} \cdot E_{hl} - 0,5 \cdot q_r \cdot C_{lp} \quad (7-11)$$

Trong đó :

α_c : Hệ số hiệu suất hoàn nguyên có kể đến sự hoàn nguyên không hoàn toàn. Lấy theo bảng 7-1

Bảng 7-1 : Xác định hệ số α_c

Lượng muối ăn dùng để hoàn nguyên cationit tính bằng gam cho 1 gđ/m ³	100	150	200	250	300
Hệ số hiệu suất hoàn nguyên cationit α_c	0,62	0,74	0,81	0,86	0,9

β_{Na} : Hệ số kể đến độ giảm, khả năng trao đổi cationit, đối với Ca²⁺ và Mg²⁺ do Na⁺ bị giữ lại một phần, lấy theo bảng 7-2.

Bảng 7-2 : Hệ số β_{Na}

C _{Na} /C _c	0,01	0,05	0,1	0,5	1,0	5,0	10
β_{Na}	0,93	0,88	0,83	0,70	0,65	0,54	0,5

Trong đó : C_{Na} : Nồng độ Na trong nước nguồn gdl/m^3

$$C_{Na} = \frac{Na^+}{23}$$

E_{ht} : Khả năng trao đổi toàn phần theo thể tích gdl/m^3 xác định theo số liệu xuất xưởng.

Khi không có số liệu này, có thể tính như sau :

Đối với sunfuacácbon cỡ hạt 0,3 ÷ 0,5mm là 550 gdl/m^3

Đối với sunfuacácbon cỡ hạt 0,5 ÷ 1,1mm là 500 gdl/m^3

Đối với cationít KY-2 là 1500 ÷ 1700 gdl/m^3

Đối với cationít KY-1 là 600 ÷ 650 gdl/m^3

q_r : Lưu lượng đơn vị nước để rửa cationít tính bằng m^3/lm^3 cationít lấy bằng 4 ÷ 5.

C_{tp} : Độ cứng toàn phần của nước nguồn (gdl/m^3)

Diện tích bể lọc cationít bậc 1 cần xác định như sau :

$$F_{ct} = \frac{W_{ct}}{H} (m^2) \quad (7-12)$$

Trong đó :

W_{ct} : Khối tích cationít cho vào bể lọc (m^3)

H : Chiều cao lớp cationít trong bể lọc, lấy bằng 2 ÷ 3m (trị số lớn dùng cho nước có độ cứng lớn hơn 10 $ngdl/l$)

Tốc độ lọc qua cationít đối với bể lọc áp lực 1 bậc ở điều kiện làm việc bình thường không được vượt quá giới hạn sau :

- Khi độ cứng toàn phần của nước đến 5 $mgdl/l$ thì $v = 25$ m/h
- Khi độ cứng toàn phần của nước từ 5 ÷ 10 $mgdl/l$ thì $v = 15$ m/h
- Khi độ cứng toàn phần của nước từ 10 ÷ 15 $mgdl/l$ thì $v = 10$ m/h.

Tổng tổn thất áp lực trong bể lọc cationít lấy theo bảng 7-3.

Bảng 7-3 : Tổng tổn thất áp lực trong bể lọc cationít

Tốc độ lọc (m/h)	Tổng tổn thất áp lực trong bể lọc cationít (m)			
	Độ lớn của hạt vật liệu lọc cationít (mm)			
	0,3 ÷ 0,8		0,5 ÷ 1,1	
	Chiều cao lớp vật liệu lọc cationít (m)			
	2,0	2,5	2,0	2,5
5	5	5,5	4,0	4,5
10	5,5	6,0	5,0	5,5
15	6,0	6,5	5,5	6,0
20	6,5	7,0	6,0	6,5
25	9,0	10	7,0	7,0

Trong bể lọc cationít hờ, lớp nước phía trên mặt cationít phải lấy từ 2,5 ÷ 3m, tốc độ lọc không lớn hơn 15 m/h

Hoàn nguyên bể lọc cationít bằng muối ăn. Lượng muối ăn dùng cho 1 lần hoàn nguyên bể lọc Natri - cationít xác định theo công thức :

$$P = \frac{f \cdot H \cdot E_N^{\text{Na}} \cdot a}{1000} \text{ (kg)} \quad (7-13)$$

Trong đó :

f : Diện tích 1 bể lọc (m^2)

H : Chiều cao lớp lọc cationít trong bể (m)

E_N^{Na} : Khả năng trao đổi làm việc theo thể tích của cationít (gdl/m^3)

a : Lượng nước cho 1gdl của thể tích trao đổi làm việc lấy bằng 120 ÷ 150g/gdl đối với bể lọc bậc I trong sơ đồ làm việc 2 bậc và 150 ÷ 200 g/gdl trong sơ đồ làm việc 1 bậc.

Nồng độ dung dịch hoàn nguyên khi độ cứng của nước đã làm mềm đến 0,2 mgdl/l lấy bằng 2 ÷ 5%. Khi độ cứng của nước đã làm mềm nhỏ hơn 0,05 mgdl/l, phải hoàn nguyên từng đợt. Ban đầu, dung dịch 2% khoảng 1,2 m^3 dung dịch cho 1 m^3 cationít. Sau đó lượng muối còn lại pha chế thành dạng dung dịch 7 ÷ 10%. Tốc độ lọc của dung dịch muối qua cationít lấy 3 ÷ 5 m/h.

Sau khi hoàn nguyên, cần phải rửa cationít bằng nước chưa làm mềm, cho đến khi lượng clorua trong nước lọc gần bằng lượng clorua trong nước rửa. Tốc độ lọc khi rửa 8 ÷ 10 m/h.

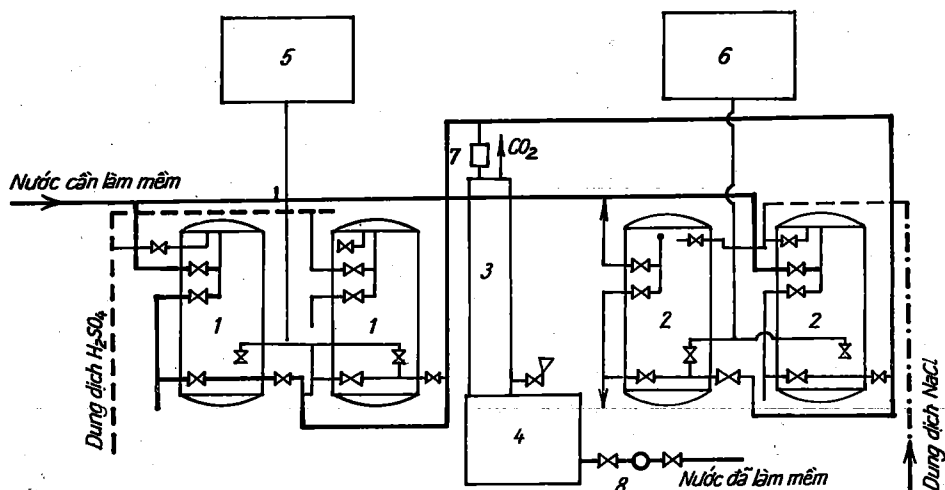
Bể lọc Natri - cationít bậc 2 có chiều cao lớp cationít là 1,5m. Tốc độ lọc không quá 60 m/h, lượng muối đơn vị dùng để hoàn nguyên cationít là 300 ÷ 400 g/1gdl độ cứng phải khử. Tốn thất áp lực trong bể 13 ÷ 15m. Rửa bể lọc bậc 2 bằng nước đã lọc ở bể lọc bậc I. Khi tính bể lọc bậc 2, độ cứng đi vào bể lấy 0,1 mgdl/l, khả năng trao đổi làm việc của sunfat cacbon lấy 250 ÷ 300 gdl/ m^3 .

2.4. Phương pháp làm mềm nước bằng hydrônatri - Cationit

Phương pháp hydrônatri - cationít dùng để khử các cation Ca và Mg có trong nước, đồng thời làm giảm độ kiềm của nước. Dùng phương pháp này để xử lí nước ngầm và nước mặt có hàm lượng chất lơ lửng không quá 5 ÷ 8 mg/l.

Quá trình làm mềm nước phải được thực hiện theo 2 loại sơ đồ sau :

Sơ đồ 1 : Bố trí các bể lọc H - Na - cationít làm việc song song cho phép thu được nước làm mềm triệt để (độ cứng $\leq 0,01$ mgdl/l) với độ kiềm còn lại không quá 0,4 mgdl/l. Trong trường hợp này, tổng hàm lượng sunphat và clorua trong nước nguồn không được lớn hơn 3 ÷ 5 mgdl/l và natri không được lớn hơn 1 ÷ 2 mgdl/l. Sơ đồ 1 được giới thiệu trên hình 7-2.

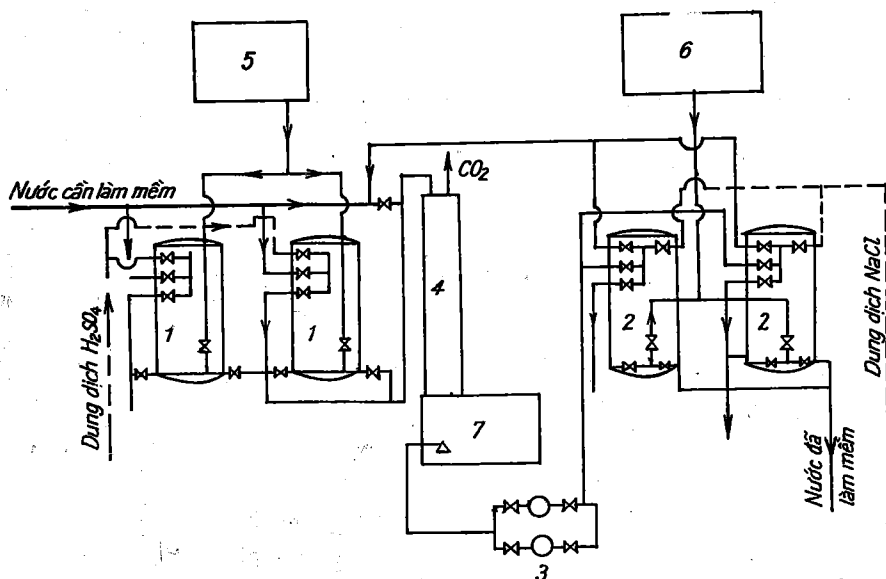


Hình 7-2 : Sơ đồ bố trí các bể lọc H - Na - cationit làm việc song song
 1- Bể lọc H - cationit ; 2- Bể lọc Na - cationit ; 3- Dầu khử khí ;
 4- Bể chứa nước đã làm mềm ; 5- Bể chứa nước súc bể lọc H - cationit ;
 6- Bể chứa nước súc bể lọc Na - cationit ; 7- Quạt gió ; 8- Máy bơm ; 9- Thiết bị trộn.

Sơ đồ 2 : Bố trí các bể lọc H - Na - cationit làm việc nối tiếp

Khi hoàn nguyên không triệt để, cho phép thu được nước triệt để và có độ kiềm dư khoảng 0,7 mgd/l.

Sơ đồ này dùng để làm mềm nước có độ cứng hoàn toàn 8 mgd/l và độ cứng cacbonát không quá 50%. Sơ đồ 2 được thể hiện trên hình 7-3.



Hình 7-3 : Sơ đồ bố trí các bể lọc H - Na - cationit làm việc nối tiếp
 1- Bể lọc H - cationit ; 2- Bể lọc Na - cationit ; 3- Máy bơm ; 4- Giàn khử CO₂ ; 5- Bể chứa nước súc H - cationit ; 6- Bể chứa nước súc Na - cationit ; 7- Bể chứa trung gian.

Tỉ số lưu lượng nước đưa vào bể lọc H - cationít và Na - cationít khi làm mềm theo sơ đồ H - Na - cationít làm việc song song, xác định theo công thức :

Lưu lượng nước đưa vào bể lọc H - cationít :

$$Q_{hi}^H = q_{hi} \cdot \frac{K - a}{A + K} \quad (m^3/h) \quad (7-14)$$

Lưu lượng nước đưa vào bể Na - cationít :

$$Q_{hi}^{Na} = q_{hi} - q_{hi}^H \quad (m^3/h) \quad (7-15)$$

Trong đó :

q_{hi}^{Na} và q_{hi}^H : Công suất hữu ích của bể lọc Na - cationít và H - cationít.

q_{hi} : Công suất hữu ích của bể lọc H - Na - cationít (m^3/h)

K : Độ kiềm của nước nguồn (mgđl/l)

a : Độ kiềm cần thiết của nước sau làm mềm (mgđl/l)

A : Tổng hàm lượng anion của axit mạnh có trong nước làm mềm (sunfát, clorua, nitrat...) (mgđl/l)

Thể tích cationít của bể lọc H - cationít xác định theo công thức

$$W_H = \frac{24 \cdot q_{hi}^H (C_o + C_{Na})}{n \cdot E_V^H} \quad (m^3) \quad (7-16)$$

Thể tích cationít trong bể lọc Na - cationít xác định theo công thức :

$$W_{Na} = \frac{24 \cdot q_{hi}^{Na} \cdot C_o}{n \cdot E_V^H} \quad (m^3) \quad (7-17)$$

Trong đó :

C_o : Độ cứng toàn phần của nước nguồn (gđl/ m^3)

n : Số lần hoàn nguyên mỗi bể lọc trong 1 ngày

E_V^H : Khả năng trao đổi khi làm việc theo thể tích của H-cationít (gđl/ m^3)

E_V^{Na} : Khả năng trao đổi khi làm việc theo thể tích của Na - cationít (gđl/ m^3)

C_{Na} : Nồng độ Natri trong nước (gđl/ m^3)

$$E_V^H = \alpha_H \cdot E_{tp} - 0,5 \cdot q_{dv} \cdot C_K \quad (gđl/m^3) \quad (7-18)$$

Trong đó :

α_H : Hệ số hiệu suất hoàn nguyên của H - cationít lấy theo bảng (7-4)

Bảng 7-4 : Hệ số hiệu suất hoàn nguyên của H - cationít

Lưu lượng đơn vị của H_2SO_4 để hoàn nguyên cationít (g/gđl)	50	100	150	200
α_H	0,68	0,85	0,91	0,92

C_K : Tổng hàm lượng các cation Ca, Mg, Na, K có trong nước (gdl/m^3)

q_{dv} : Lưu lượng đơn vị nước rửa cationít sau khi hoàn nguyên lấy bằng $4 \div 5 m^3/1m^3$ cationít trong bể lọc.

E_{tp} : Khả năng trao đổi toàn phần theo thể tích cationít lấy theo số liệu xuất xưởng trong môi trường trung tính (gdl/m^3).

Diện tích của bể lọc H - cationít và Na - cationít

Xác định theo công thức :

$$F_H = \frac{W_H}{H} (m^2) ; F_{Na} = \frac{W_{Na}}{H} (m^2) \quad (7-19)$$

Trong đó :

H : Chiều cao lớp cationít trong bể lọc lấy $H = 2 \div 3m$.

III. KHỬ MẶN VÀ KHỬ MUỐI TRONG NƯỚC

Khử mặn là giảm hàm lượng muối trong nước đến trị số thỏa mãn yêu cầu đối với nước dùng cho ăn uống.

Khử muối là giảm triệt để lượng muối hòa tan trong nước đến trị số thỏa mãn yêu cầu công nghệ sản xuất quy định.

Các phương pháp khử mặn hiện nay : tùy thuộc vào hàm lượng muối :

- Nước có hàm lượng muối dưới $2 \div 3 g/l$, dùng phương pháp trao đổi ion
- Nước có hàm lượng muối từ $2,5 \div 15 g/l$, dùng phương pháp điện phân hay lọc qua màng lọc bán thấm.
- Nước có hàm lượng muối lớn hơn $10 g/l$, dùng phương pháp chưng cất, đông lạnh, hay lọc qua màng bán thấm.

3.1. Khử mặn và khử muối trong nước bằng phương pháp trao đổi ion

Dùng phương pháp trao đổi ion để khử mặn và khử muối khi nước nguồn có các chỉ tiêu chất lượng như sau :

Hàm lượng muối nhỏ hơn $3000 mg/l$

Hàm lượng cặn không lớn hơn $8 mg/l$

Độ màu của nước không lớn hơn 30° .

Độ ôxi hóa không lớn hơn $7 mg/l O_2$ (tính theo $KMnO_4$).

Khi độ ôxi hóa lớn hơn, phải lọc nước qua bể lọc than hoạt tính.

Khử mặn nước bằng phương pháp trao đổi ion có thể thực hiện theo các dạng sơ đồ sau :

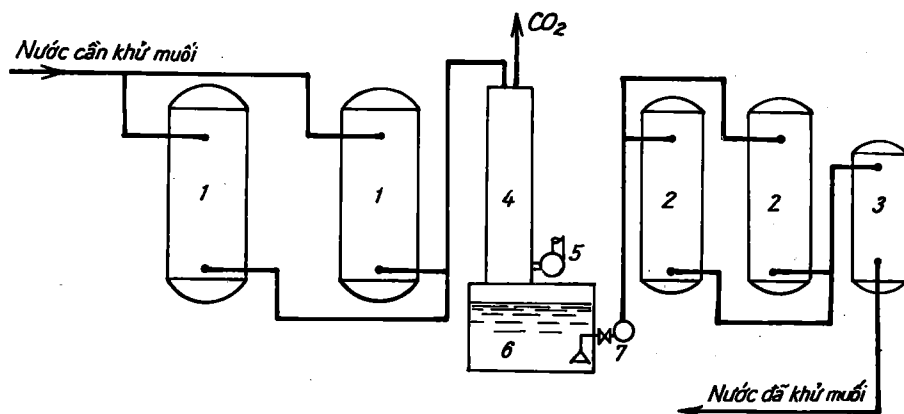
Sơ đồ 1 : (Khử muối 1 bậc) Lọc nối tiếp của bể lọc H - cationít có dung tích chứa ion cao và bể lọc anionít kiềm yếu.

Khi dùng sơ đồ này, cần phải khử khí CO_2 ra khỏi nước đã lọc qua bể cationít.

Hàm lượng muối còn lại trong nước sau lọc cần lấy như sau :

- Không lớn hơn 150 mg/l khi hàm lượng muối trong nước nguồn đến 3000 mg/l.
- Không lớn hơn 25 mg/l khi hàm lượng muối trong nước nguồn đến 2000 mg/l.
- Không lớn hơn 15 mg/l khi hàm lượng muối trong nước nguồn đến 1500 mg/l.

Hàm lượng muối yêu cầu đối với nước cấp cho ăn uống sinh hoạt là 500 ÷ 1000 mg/l. Trong đó hàm lượng clorua không lớn hơn 350 mg/l và sunphat không lớn hơn 500 mg/l, thu được bằng cách trộn lẫn 1 phần nước đã lọc với nước nguồn. Sơ đồ 1 được thể hiện trên hình 7-4.



Hình 7-4 : Sơ đồ khử muối bằng lọc nối tiếp H - cationít và bể lọc anionít
 1- Bể lọc H - cationít ; 2- Bể lọc anionít ; 3- Bể lọc Na - cationít ;
 4- Giàn khử CO₂ ; 5- Quạt gió ; 6- Bể chứa ; 7- Máy bơm.

Diện tích lọc của bể lọc anionít xác định theo công thức :

$$F = \frac{Q}{n \cdot T \cdot v_t} \quad (\text{m}^2) \quad (7-20)$$

Trong đó :

Q : Công suất của các bể lọc anionít (m³/ngày đêm)

n : Số lần hoàn nguyên bể lọc anionít trong ngày, lấy 2 ÷ 3 lần

T : Thời gian làm việc của mỗi bể lọc, giữa 2 lần hoàn nguyên

$$T = \frac{24}{n} - t_1 - t_2 - t_3 \quad (\text{giờ}) \quad (7-21)$$

t₁ - Thời gian xối anionít, t₁ = 0,25h

t₂ - Thời gian bơm qua anionít dung dịch kiềm để hoàn nguyên, t₂ = 1,5h

t₃ - Thời gian rửa anionít sau khi hoàn nguyên, t₃ = 3h

v_t : Tốc độ lọc tính toán (m/h) 4 ≤ v_t ≤ 30 (m/h)

Sơ đồ 2 : (Khử muối 2 bậc) gồm bể lọc H - cationít bậc I, bể lọc có than hoạt tính để khử chất hữu cơ, dàn khử khí để khử CO₂, bể lọc H - cationít bậc 2, bể lọc H - Na - cationít.

Trong sơ đồ 2, bể lọc H - cationít bậc 2 có vật liệu lọc bằng anionít kiềm mạnh để khử axit silic.

Sơ đồ 2 dùng để khử muối trong nước đồng thời khử cả axit silíc. Nước sau xử lý theo sơ đồ 2 có hàm lượng muối ≤ 1 mg/l, hàm lượng axit silíc $\leq 0,2$ mg/l.

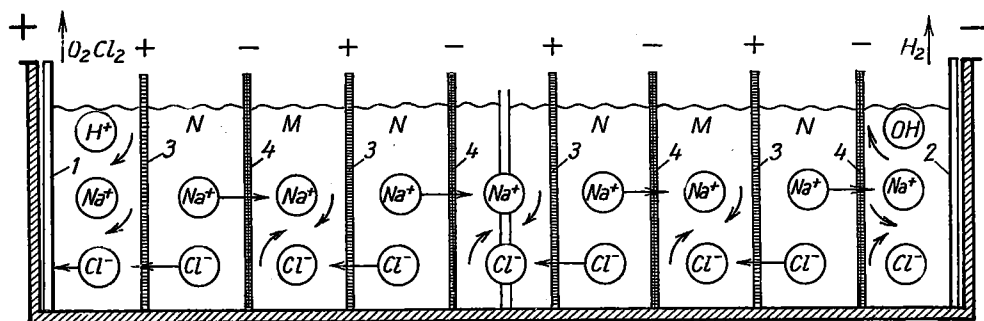
Sơ đồ 3 (khử muối 3 bậc) : thay bể lọc H - Na cationit trong sơ đồ 2 bằng bể lọc có vật liệu lọc hỗn hợp cationit và anionit. Sau đó là bể lọc anionit bậc 3 có chất anionit kiềm mạnh. Sơ đồ 3 sử dụng khi có tổng hàm lượng muối trong nước sau khi xử lý đạt được $\leq 0,1$ mg/l và hàm lượng axit silíc $\leq 0,05$ mg/l.

3.2. Khử mặn bằng phương pháp điện phân

Áp dụng để khử mặn nước ngầm và nước mặt có hàm lượng muối từ $2500 \div 15.000$ mg/l. Nước sau khi qua điện phân, hàm lượng muối sẽ giảm xuống đến 500 mg/l.

Nước đưa vào thiết bị điện phân phải có : Hàm lượng cặn ≤ 2 mg/l, độ màu $\leq 20^\circ$, độ ôxi hóa ≤ 5 mg/l O_2 , hàm lượng sắt $\leq 0,05$ mg/l, mangan $\leq 0,05$ mg/l.

Nội dung của phương pháp : do dòng điện 1 chiều đi qua lớp nước cần điện phân, tạo nên 1 trường điện. Các cation của muối đi về cực âm và các anion đi về cực dương và nước được khử muối. Trên hình (7-5) giới thiệu sơ đồ điện phân khử muối NaCl. Ưu điểm của phương pháp là : quản lý đơn giản và có thể tự động hóa hoàn toàn. Nhược điểm là tốn điện. Chi phí điện năng khoảng $18 \div 20$ KW/h cho 1 m^3 nước ngọt.



Hình 7-5 : Sơ đồ khử muối NaCl nhiều ngăn và những màn hoạt tính điện hóa

1- Cực dương ; 2- Cực âm ; 3- Màn thấm anion ; 4- Màn thấm cation ;

N- Ngăn nước đã khử muối ; M- Ngăn dung dịch nước muối.

3.2. Khử muối bằng phương pháp nhiệt hay chưng cất

Thiết bị đơn giản để khử muối được áp dụng ở một số nước đối đảo năng lượng mặt trời được thể hiện trên hình 7-6 được gọi là hộp nóng. Công suất khai thác có thể đạt được $3 \div 6$ l/m² ngày.

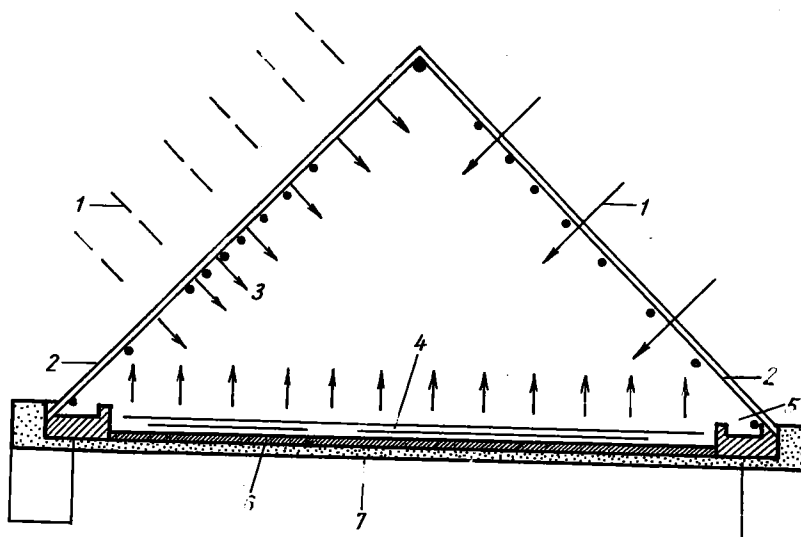
Hiện nay người ta còn dùng hệ thống cất nước bằng nổi hơi 1 bậc hoặc nhiều bậc. Trên hình 7-7 giới thiệu loại sơ đồ hệ thống cất nước 1 bậc.

Nước cần khử muối được đưa vào nổi hơi, hơi nước cấp một đi từ nổi hơi qua ống xoắn được làm lạnh thành nước không chứa muối.

Nếu dùng sơ đồ nhiều bậc, thì nước được làm lạnh hơi cấp trước được bốc thành hơi ở cấp tiếp theo và được làm lạnh thành nước không chứa muối.

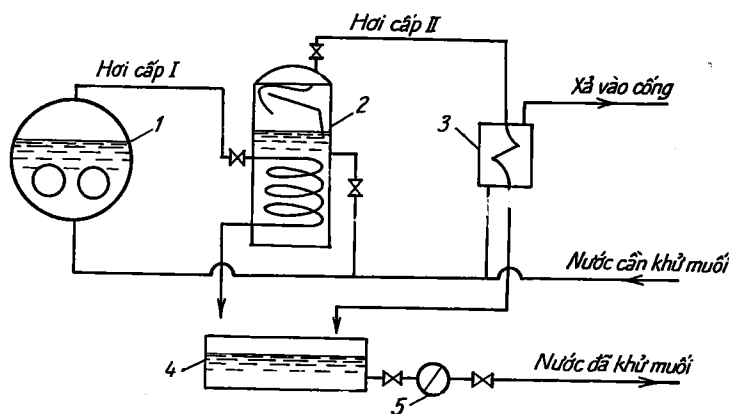
Ưu điểm của sơ đồ nhiều bậc : cùng 1 khối lượng hơi cấp, nhận được nhiều nước đã khử muối hơn.

Nhược điểm của phương pháp này là việc tẩy rửa cặn lắng đọng ở các bề mặt tiếp xúc rất khó khăn.



Hình 7-6 : Hộp nóng dùng để khử muối

1- Tia nắng mặt trời ; 2- Kính ; 3- Hơi nước tụ ; 4- Nước mặn ;
5- Máng nước ngọt ; 6- Vật liệu giữ nhiệt ; 7- Đáy chống thấm.



Hình 7-7 : Sơ đồ hệ thống cất nước 1 bậc

1- Nồi hơi ;
2- Bình làm lạnh hơi cấp I và tạo hơi cấp II ;
3- Bình làm lạnh hơi cấp II ;
4- Bể chứa nước đã khử muối ;
5- Máy bơm.

IV. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ĐẶC BIỆT KHÁC

4.1. Flo hóa nước

Khi nước cấp cho ăn uống sinh hoạt có hàm lượng Flo < 0,5 mg/l thì cần phải pha thêm Flo vào nước.

Để Flo hóa có thể dùng các hóa chất sau : silic florua natri, florua natri ; silic florua amôni.

Liều lượng hóa chất đưa vào nước xác định theo công thức :

$$D_{\text{flo}} = (m.a - F^{\theta}) \cdot \frac{100}{K} \cdot \frac{100}{C_{\text{flo}}} \quad (\text{g/m}^3) \quad (7-21)$$

Trong đó :

m : Hệ số phụ thuộc vào vị trí đưa Flo vào nước xử lí

Khi đưa Flo vào sau các công trình làm sạch ; $m = 1$

Khi đưa Flo vào trước bể lọc hay bể lọc tiếp xúc ; $m = 1,1$

a : Hàm lượng Flo cần thiết trong nước xử lí ; $a = 0,7 + 1,2 \text{ g/m}^3$

K : Hàm lượng Flo trong hóa chất tinh khiết tính như sau :

đối với silíc florua natri $K = 60$

florua natri $K = 45$

silíc florua amôni $K = 64$

F^0 : Hàm lượng Flo có trong nước nguồn (g/m^3)

C_{flo} : Hàm lượng hóa chất tinh khiết trong sản phẩm kĩ thuật (%)

4.2. Khử Flo trong nước

Trong nước ăn uống sinh hoạt, nếu hàm lượng F_{lo} lớn hơn giới hạn cho phép, sẽ sinh ra bệnh hỏng men răng. Vì vậy phải khử bớt Flo trong nước.

Để khử Flo của nước dùng phương pháp lọc nước qua ôxit nhôm hoạt tính. Phương pháp này áp dụng khi nước có hàm lượng cặn trước khi đi vào bể lọc $\leq 8 \text{ mg/l}$, tổng hàm lượng muối $\leq 1000 \text{ mg/l}$. Hạt vật liệu hấp phụ có $d = 2 + 3 \text{ mm}$, chiều dày lớp vật liệu hấp phụ trong bể lọc áp lực lấy như sau : $H_{\text{vl}} = 2 \text{ m}$ khi hàm lượng Flo trong nước đến 5 mg/l ; $H_{\text{vl}} = 3 \text{ m}$ khi hàm lượng Flo từ $8 + 10 \text{ mg/l}$. Trong bể lọc hở : khi hàm lượng F_{lo} đến 5 mg/l thì $H_{\text{vl}} = 2,0 \text{ m}$, khi hàm lượng Flo từ $8 + 10 \text{ mg/l}$ thì $H_{\text{vl}} = 2,5$.

4.3. Khử sunfua (H_2S) và hydrôsunfit (HS) trong nước

Dùng các phương pháp : clo hóa ; làm thoáng rồi clo hóa - axit hóa, làm thoáng - keo tụ - lọc.

4.4. Khử axit silic hoà tan trong nước

Dùng các phương pháp :

Để giảm hàm lượng SiO_4^{2-} đến $3 + 5 \text{ mg/l}$, dùng keo tụ bằng phèn sắt hoặc phèn nhôm.

Để giảm hàm lượng SiO_3^{2-} đến $1 + 1,5 \text{ mg/l}$ khi độ kiềm của nước $\leq 2 \text{ mgdl/l}$, xử lí bằng magiê ôxit kiềm và phải đun nóng nước trên 35°C .

Để giảm hàm lượng SiO_3^{2-} xuống $0,1 + 0,3 \text{ mg/l}$ thì lọc nước qua chất hấp phụ ôxit magiê theo sơ đồ 2 bậc.

4.5. Khử ôxi hòa tan

Dùng các phương pháp sau :

Phun nước trong chân không

Liên kết giữa ôxi hòa tan và chất khử.

Chương VIII

TRẠM XỬ LÝ NƯỚC

I. VỊ TRÍ ĐẶT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC

Trạm xử lý nước có thể được bố trí ở gần công trình thu nước hoặc ở gần đối tượng dùng nước.

Khi trạm xử lý đặt gần công trình thu nước sẽ có ưu điểm : thuận tiện cho quản lý, cấp điện, bảo vệ vệ sinh nguồn nước, ... giảm giá thành xây dựng do kích thước ống nhỏ hơn, vì không phải vận chuyển lượng nước dùng cho bản thân trạm xử lý ... Nhược điểm : phải dẫn nước đi xa nên đòi hỏi áp lực đẩy cao, dễ gây nhiễm bẩn nước trong quá trình vận chuyển, hàm lượng clo dư ở đầu mạng lưới cao hoặc phải châm clo nhiều đợt...

Khi trạm xử lý đặt gần nơi tiêu thụ sẽ có ưu điểm : Áp lực đẩy thấp hơn, giảm được tỉ lệ thất thoát nước trong quá trình vận chuyển, lượng clo để khử trùng nước giảm... Nhược điểm : giá thành xây dựng cao hơn, nước thô vận chuyển trên tuyến ống dài dễ gây hiện tượng lắng cặn trên đường ống, cần xây dựng thêm trạm biến thế riêng cho các trạm xử lý có công suất lớn....

Chính vì vậy, để chọn vị trí đặt trạm xử lý phải có sự so sánh theo các chỉ tiêu kinh tế, kĩ thuật và phải dựa vào các nguyên tắc sau :

1- Vị trí khu đất đặt trạm xử lý phải phù hợp với quy hoạch chung của thành phố. Phải đảm bảo việc liên hệ dễ dàng, thuận tiện cho quản lý chung của thành phố.

2- Có khả năng phát triển trong tương lai, để xây dựng thêm các công trình khi nhà máy nâng công suất.

3- Khu đất xây dựng nhà máy, phải nằm ở nơi cao ráo, không bị ngập lụt hay lún sụt. Đảm bảo sự làm việc bền vững của các công trình trong trạm xử lý nước.

4- Có địa hình thuận tiện cho việc bố trí cao trình trạm xử lý, tránh đào, đắp nhiều. Đảm bảo diện tích để bố trí các công trình phụ và các công trình phục vụ.

5- Đảm bảo điều kiện vệ sinh tốt, tiện cho việc tổ chức bảo vệ vệ sinh nguồn nước và trạm xử lý nước. Trạm xử lý phải đặt cách xa các nguồn và các cơ sở gây ô nhiễm như : bãi rác, nghĩa địa, lò giết mổ gia súc, trạm xử lý nước thải, bệnh viện...

6- Khu đất đặt trạm xử lý cần có điều kiện địa chất tốt, tránh gia cố nền móng để giảm giá thành xây dựng công trình và đảm bảo tính bền vững của công trình.

7- Đặt gần nơi cung cấp điện để giảm giá thành xây dựng hệ thống cấp điện và chi phí quản lý về điện giảm.

8- Có đường giao thông thuận tiện, đảm bảo chuyên chở nguyên vật liệu, thiết bị, máy móc dễ dàng, phục vụ tốt cho công tác thi công và quản lý nhà máy.

9- Chiếm ít đất trống trọt

10- Ở đầu hướng gió chính để tránh bụi và hơi độc từ các hoạt động của thành phố ảnh hưởng đến.

Trong thực tế, ít có địa điểm nào có thể đáp ứng được cả 10 yêu cầu trên. Đối với từng trường hợp cụ thể, cần phải tiến hành phân tích, đánh giá, lựa chọn cho phù hợp các yêu cầu cơ bản, trên cơ sở ưu tiên các vị trí đặt trạm xử lý gần các đối tượng tiêu thụ.

II. NGUYÊN TẮC BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH TRONG TRẠM XỬ LÝ NƯỚC

2.1. Các quy định chung

Các công trình chính trong trạm xử lý nước được bố trí theo nguyên tắc tự chảy, tức là cao độ mực nước của các công trình đơn vị phải đảm bảo cho nước từ công trình trước có thể tự chảy vào công trình tiếp theo.

Độ chênh lệch mực nước giữa các công trình đơn vị xử lý nước phải được tính toán đủ để khắc phục tổn thất áp lực trong công trình, trên đường ống nối giữa các công trình và các van khóa, thiết bị đo lường.

Khi chưa có số liệu cụ thể, để bố trí được cao trình trạm xử lý nước, các loại tổn thất áp lực sơ bộ có thể lấy như sau :

1- Tổn thất áp lực trong các công trình đơn vị xử lý nước

Trong bể trộn	$h = 0,4 + 0,9m$
Lưới tang trống và micrôphin	$h = 0,5 + 0,7m$
Trong bể phản ứng	$h = 0,4 + 0,5m$
Trong bể lắng	$h = 0,6 + 0,7m$
Trong bể lắng trong	$h = 0,7 + 0,8m$
Trong bể lọc	$h = 3,0 + 3,5m$
Trong bể lọc tiếp xúc	$h = 2,0 + 2,5m$
Trong bể lọc chậm	$h = 1,5 + 2,0m$
Trong bể lọc áp lực	$h = 6,0 + 8,0m$

2- Tổn thất áp lực trong đường ống nối

Khi tính toán sơ bộ có thể lấy như sau :

Từ bể trộn đến bể lắng	$h = 0,3 + 0,5m$
Từ bể trộn đến bể lắng trong	$h = 0,5m$
Từ bể trộn hay ngăn vào đến bể lọc tiếp xúc	$h = 0,5 + 0,7m$
Từ các bể lắng đến bể lọc	$h = 0,5 + 1,0m$
Từ bể lọc hay bể lọc tiếp xúc đến bể chứa	$h = 1,0m$

3- Tổn thất áp lực cục bộ.

Tổn thất áp lực trong các thiết bị đo ở điểm nước vào và ra khỏi trạm $h = 0,5m$

Tổn thất áp lực trong các thiết bị đo lưu lượng ở các công trình đơn vị $h = 0,2 + 0,3m$

2.2. Bố trí cao trình công nghệ trạm xử lý nước

Sau khi biết tổn thất áp lực qua các công trình đơn vị và ống nối, tiến hành bố trí cao trình trạm xử lý.

Để bố trí cao trình, trước tiên phải xác định mực nước cao nhất trong bể chứa nước sạch. Bể chứa nước sạch có thể đặt chìm, nửa nổi nửa chìm hoặc nổi. Khi nghiên cứu quyết định cốt mức nước cao nhất trong bể chứa, phải cân nhắc kỹ lưỡng và xét tới các yếu tố liên quan. Trước hết cốt mức nước trong bể chứa có liên quan chặt chẽ với việc đặt cốt trực của máy bơm trong trạm bơm nước sạch (nếu máy bơm đặt ngập thì không phải mối nước). Mặt khác cần xét tới mực nước ngầm, địa hình, cốt ngập lụt của khu đất, khả năng thoát nước tự chảy của bể chứa và các công trình đơn vị khác khi thau rửa bể, và cần xét tới điều kiện thi công công trình. Trong trường hợp mực nước ngầm cao, có thể nghiên cứu đặt bể chứa nổi hoặc nửa nổi nửa chìm, tăng đường kính và giảm chiều cao bể. Khi địa hình bằng phẳng nên đặt bể chứa chìm hoặc nửa nổi nửa chìm để tránh tôn cao nền của các công trình xử lý khác. Khi địa hình là vùng đồi thoải, nên lợi dụng địa hình tương ứng với cốt mức nước trong các công trình trong dây chuyển xử lý nước. Tuy nhiên để đảm bảo thi công dễ dàng, thuận tiện, chiều sâu đặt bể chứa trong đất không nên vượt quá 5,0m. Cần đặc biệt lưu ý đến cốt ngập lụt của khu đất để bố trí các công trình xử lý hợp lý.

Sau khi đã xác định được cốt mức nước cao nhất trong bể chứa nước sạch, dựa vào tổn thất áp lực trong các công trình đơn vị và ống nối, dễ dàng xác định được cao độ mực nước trong các công trình xử lý theo nguyên tắc tự chảy từ công trình xử lý đầu đến bể chứa.

Đồng thời với việc xác định cốt mức nước trong các công trình, ta cũng xác định được cốt đỉnh và đáy các công trình. Căn cứ vào cốt mặt đất địa hình sẽ tính được khối lượng đất phải đào đắp khi thi công. Trong trường hợp tính được khối lượng đất đào hoặc đắp quá lớn, lúc đó phải điều chỉnh lại cốt mức nước trong bể chứa cho phù hợp, sao cho khối lượng công tác đất khi thi công là ít nhất.

Khi bố trí cao trình trạm xử lý, ngoài việc đảm bảo theo nguyên tắc tự chảy, cần sắp xếp các công trình để đảm bảo điều kiện mỹ quan, quản lý thuận tiện và đường giao thông nội bộ đến tận chân công trình.

Đối với các trạm xử lý nước dùng bể lọc áp lực, thì việc bố trí cao trình không phải tuân theo nguyên tắc này. Các ví dụ về bố trí cao trình trạm xử lý nước mặt và nước ngầm được thể hiện trên hình (8-1) và hình (8-2)

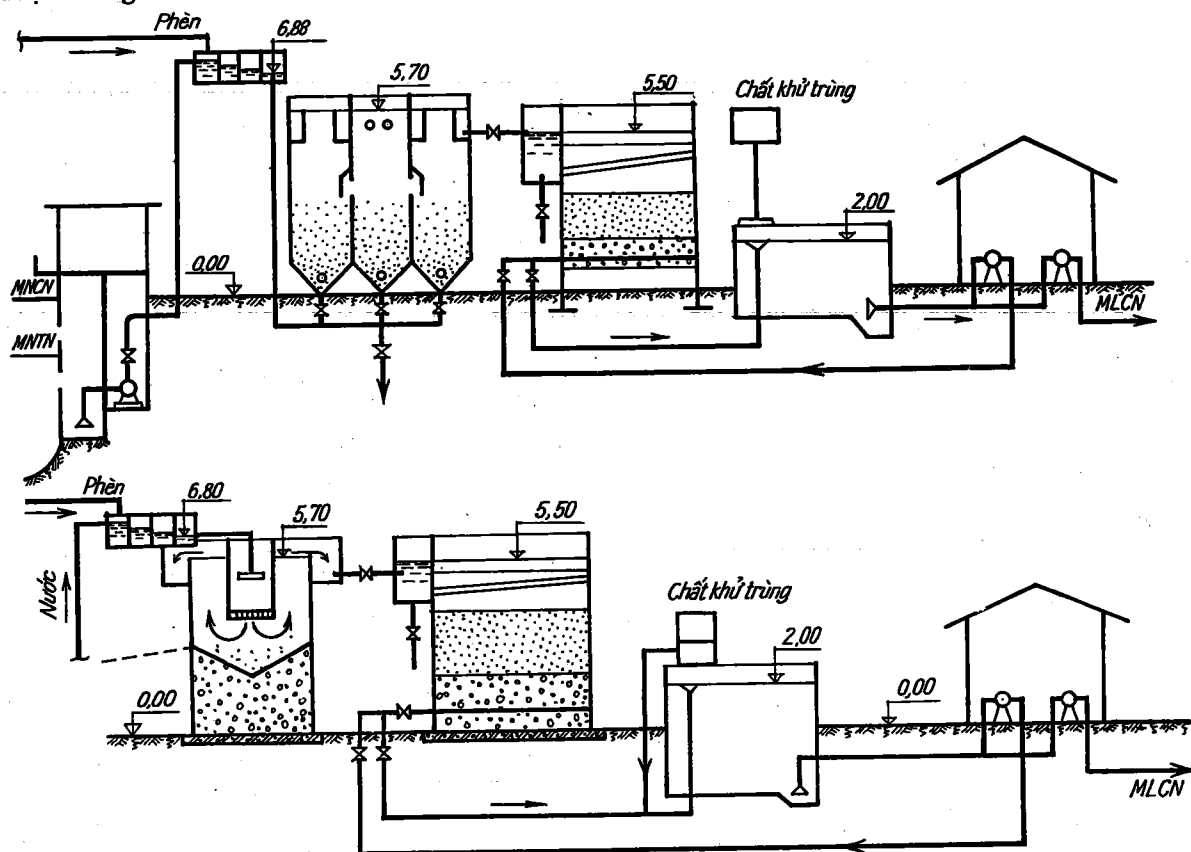
Trong các trạm xử lý nước, phải thiết kế các đường ống vòng qua các công trình xử lý, phòng khi trạm hỏng, có thể chuyển nước thô trực tiếp cho nguồn tiêu thụ. Hoặc khi một công trình đơn vị trong dây chuyển xử lý bị hỏng, có thể dẫn nước vòng qua nó sang công trình tiếp theo.

Đối với trạm có công suất dưới $10.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$, phải dự kiến khả năng ngừng hoạt động không quá 30% số công trình.

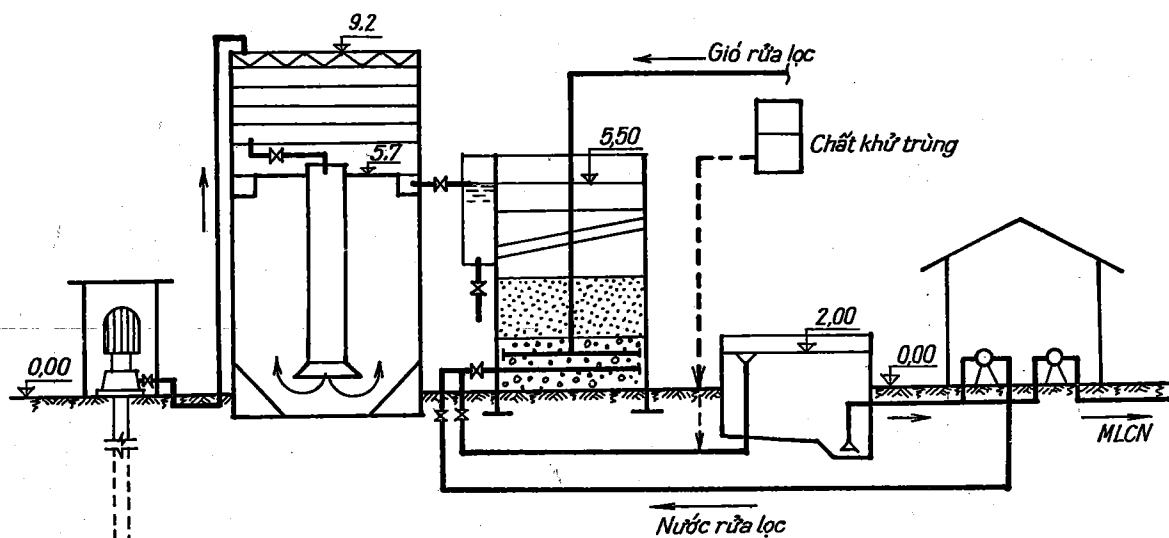
Đối với trạm có công suất từ $10.000 \div 100.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$ không lớn hơn 20%. Đối với trạm có công suất lớn hơn $100.000 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$ không cần đặt ống vòng. Khi có công suất 1 công trình đơn vị trong dây chuyển không được lớn hơn 20%.

Đường ống trong trạm xử lý phải dùng ống thép hoặc gang.

Nước xả có axít trong các trạm Cationít hay khử muối trước khi xả vào hồ chứa phải được trung hòa.



Hình 8-1 : Sơ đồ cao trình trạm xử lý nước mặt



Hình 8-2 : Sơ đồ cao trình xử lý nước ngầm.

2.3. Bố trí các công trình phụ trợ trong trạm xử lý nước

Trong trạm xử lý nước, có thể phân biệt thành 3 loại thành phần công trình như sau :

- Các công trình chính : là các công trình có chức năng xử lý nước như : bể trộn, bể phản ứng, bể lắng, bể lọc, giàn mưa, thùng quạt gió... hay các loại trạm bơm.

Kích thước các công trình lớn được thiết kế theo các thông số kĩ thuật TCXD - 33 : 1985 quy định.

- Các công trình chức năng phụ trợ cho các công trình chính như : bể hòa trộn, bể tiêu thụ, thiết bị định lượng hóa chất (vôi, phèn, clorua vôi) ; các thiết bị điều chế và định liều lượng clo (clorato, bình điện phân...) ; trạm biến thế.

Kích thước các công trình, thiết bị, kho chứa hóa chất... của các công trình phụ trợ cũng được thiết kế theo các thông số kĩ thuật TCXD - 33 : 1985 quy định.

- Các công trình phục vụ trong trạm xử lý như : phòng thí nghiệm, xưởng sửa chữa, phòng hành chính, phòng bảo vệ... Tiêu chuẩn diện tích cho từng công trình lấy theo công suất và điều kiện địa phương theo bảng (8-1) TCXD - 33 : 1985 quy định.

Ngoài các công trình được quy định trong bảng (8-1) còn 1 số công trình khác tính như sau :

- Nhà hành chính, tài vụ, phòng kế hoạch, phòng kĩ thuật, câu lạc bộ, nhà ăn, nhà trẻ, nhà vệ sinh... lấy theo tiêu chuẩn thiết kế các công trình kiến trúc dân dụng hiện hành, các phòng này nên bố trí phía ngoài trạm xử lý. Trường hợp không bố trí ở ngoài được, thì nên đặt trong cùng 1 ngôi nhà ở gần cổng ra vào.

Bảng 8-1 : Tiêu chuẩn diện tích các công trình phục vụ

Tên công trình	Diện tích các công trình phụ đối với các trạm xử lý nước có công suất : (m ³ /ngày đêm).				
	Dưới 3000	3000 ÷ 10.000	10.000 ÷ 50.000	từ 50.000 đến 100.000	từ 100.000 đến 300.000
Phòng thí nghiệm hóa nước	30	30	40	40	40 + 20
Phòng đặt cân	-	-	6	6	8
Phòng kiểm nghiệm vi trùng	20	20	20	30	20 + 20
Phòng nuôi cấy vi trùng	10	10	10	15	15
Kho chứa dụng cụ thí nghiệm	10	10	10	15	20
Phòng giám đốc	6	6	15	15	25
Phòng công nhân trực ca	8	10	15	20	25
Xưởng sửa chữa hàng ngày	10	10	15	20	25

1	2	3	4	5	6
Xưởng cơ khí và đường ống	20	30	30 ÷ 40	40	40 ÷ 50
Phòng bảo vệ	8	10	10	15	20
Phòng điều khiển trung tâm	Quy định theo thiết kế điều khiển tập trung và tự động hóa				

- Trong thành phố có nhiều trạm xử lý nước, thì các phòng thí nghiệm, kiểm nghiệm, xưởng cơ khí và đường ống nên xây dựng ở 1 trạm thuận tiện nhất. Khi đó trong các trạm khác vẫn phải có phòng kiểm nghiệm tại chỗ với diện tích không nhỏ hơn $6m^2$ và vẫn phải có xưởng sửa chữa hàng ngày.

- Diện tích các sân phơi cát, sỏi trong trạm xử lý có thể lấy như sau :

Khi dùng bể lọc nhanh : lấy theo yêu cầu phơi và chứa 10% lượng cát của bể với chiều dài phơi cát trên sân từ $5 ÷ 10cm$, cứ $5 ÷ 6$ năm bổ sung và thay cát một lần.

Khi dùng bể lọc chậm : lấy theo yêu cầu phải phơi toàn bộ cát của 1 bể và chứa lượng cát ở trên bề mặt của các bể khác. Mỗi lần khoảng $2 ÷ 3cm$.

2.4. Kho chứa hoá chất và vật liệu lọc

Theo quy định của TCXD - 33 - 1985 :

1- Kho chứa các hợp chất phải tính toán để chứa lượng hóa chất dự trữ cho 30 ngày theo thời kì dùng nhiều hóa chất nhất.

Khi có lí do chính đáng thì được phép giảm khối tích kho, nhưng không được dưới 15 ngày.

Khi có kho trung tâm (kho chính) thì khối tích kho của trạm làm sạch được phép tính tối thiểu 7 ngày.

Tùy theo loại hóa chất, kho phải được thiết kế để dự trữ khô hay ướt dưới dạng dung dịch đậm đặc hoặc sản phẩm pha nước.

2- Hóa chất dự trữ ở dạng khô phải chứa trong kho kín.

Khi xác định diện tích kho để chứa phèn, vôi thì chiều cao lớp phèn lấy bằng 2m, lớp vôi lấy bằng 1,5m. Nếu có điều kiện cơ giới hóa thì chiều cao này có thể tăng lên đến 3,5m cho phèn, đến 2,5m cho vôi.

Pôliacrilamít phải chứa trong thùng, thời gian không quá 6 tháng, đồng thời không được phép để đông kết.

Thủy tinh lỏng (Silicat natri) phải chứa trong thùng kín bằng gỗ hoặc bằng sắt.

Hóa chất chứa clo phải để trong thùng kín.

3- Khi dự trữ phèn ướt trong bể nồng độ dung dịch lấy từ $15 ÷ 20\%$ tính theo sản phẩm khô. Không cần khuấy trộn dung dịch trong bể. Số bể không được ít hơn 4.

Khi số bể đến 10 phải có 1 bể dự phòng.

Khi có khả năng cung cấp tập trung với tôi hoặc với sữa, phải dự kiến dự trữ với ướn bao gồm : bể chứa, thiết bị để lấy và vận chuyển với.

4- Đối với buồng chứa than hoạt tính không có yêu cầu chống nổ, về độ chống cháy buồng này xếp vào hạng 3.

Kho để chứa Cationít và anionít phải tính với khối lượng đủ chứa cho 2 bể lọc cationít, cho 1 bể lọc anionít kiểm yếu, cho 1 bể lọc có anionít kiểm mạnh.

Kho để dự trữ hóa chất (trừ clo và amôniác) phải đặt gần buồng pha dung dịch.

Kho dự trữ axit, kho tiêu thụ clo và amôniác phải thiết kế theo các quy định riêng.

Ống dẫn clo phải tính với điều kiện độ giảm áp xuống vượt quá $1,5 \div 2 \text{ kG/cm}^2$. Vận chuyển clo hơi từ kho đến nơi sử dụng bằng ống dẫn có chiều dài không quá 1km.

Clorua với phải chứa trong thùng gỗ đặt ở kho riêng. Muối ăn phải có kho dự trữ ướn. Nếu lượng muối dùng hàng ngày dưới 0,5 tấn, được phép dùng kho dự trữ khô với lớp muối cao không quá 2m.

Dung tích bể dự trữ ướn tính với điều kiện $1,5\text{m}^3$ cho 1 tấn muối. Bể chứa không được sâu quá 2m.

5- Kho vật liệu lọc : trong trường hợp không đảm bảo cung cấp vật liệu lọc và sỏi dùng, yêu cầu 1 kho riêng để chứa, phân loại rửa và vận chuyển vật liệu bổ sung để dự trữ trong thời gian sửa chữa lớn.

Tính toán kho chứa vật liệu lọc và chọn thiết bị phải căn cứ từ yêu cầu hàng năm bổ sung 10% khối lượng vật liệu lọc và lượng dự trữ thêm để phòng sự cố để thay thế cho 1 bể lọc khi số bể lọc trong trạm đến 20 và cho $2 \div 3$ bể khi số bể lọc trong trạm lớn hơn.

2.5. Bố trí mặt bằng trạm xử lí nước

Trên khu đất đã được phê duyệt để xây dựng trạm xử lí sẽ được sắp xếp, bố trí các công trình chính, các công trình phục vụ và các công trình phụ. Ngoài ra còn bố trí các đường ống kĩ thuật, đường ống cấp nước cho bản thân trạm, ống thoát nước, mương thoát nước, hệ thống cấp điện cho trạm bơm, điện chiếu sáng... Tất cả các công trình, thiết bị và đường ống cần sắp xếp hợp lí, đảm bảo các điều kiện kĩ thuật và mỹ quan công trình.

Khi bố trí mặt bằng trạm xử lí cần dựa vào các nguyên tắc thiết kế sau :

1- Cần ưu tiên bố trí các công trình chính trong dây chuyền công nghệ xử lí nước. Đảm bảo cho các công trình chính làm việc hợp lí và thuận tiện nhất.

2- Các công trình cần được sắp xếp gọn gàng, chiếm ít diện tích và tiết kiệm đất.

3- Triệt để lợi dụng địa hình, kết hợp bố trí mặt bằng với thiết kế cao trình trạm xử lí để giảm công tác đất, giảm chiều sâu công trình, tạo điều kiện thoát nước và xả cặn dễ dàng.

4- Khi bố trí các công trình trên mặt bằng, phải dự kiến trước vị trí các công trình sẽ được xây dựng ở giai đoạn sau, tạo điều kiện thuận lợi thiết kế mở rộng nhà máy, tránh đập phá công trình và đường ống phải đi đường vòng quá xa.

5- Các công trình phụ trợ cần đặt ở gần các công trình chính mà nó phụ thuộc để giảm công tác vận chuyển.

Ví dụ : kho phèn, vôi và các bể hòa trộn, tiêu thụ phèn vôi phải đặt gần bể trộn. Trạm clorato, trạm điện giải đặt gần bể chứa. Sân phơi cát, sỏi đặt cạnh bể lọc...

6- Các phòng quản lý, trực ban, ... nên bố trí ở gần nơi làm việc, tránh tập trung đông người.

7- Các công trình gây nhiễm bẩn, độc hại, nên bố trí riêng biệt, xa các công trình chính, cuối hướng gió và ít người qua lại.

8- Trong điều kiện địa chất cho phép, nên bố trí hợp khối công trình để tiết kiệm đất xây dựng và giá thành.

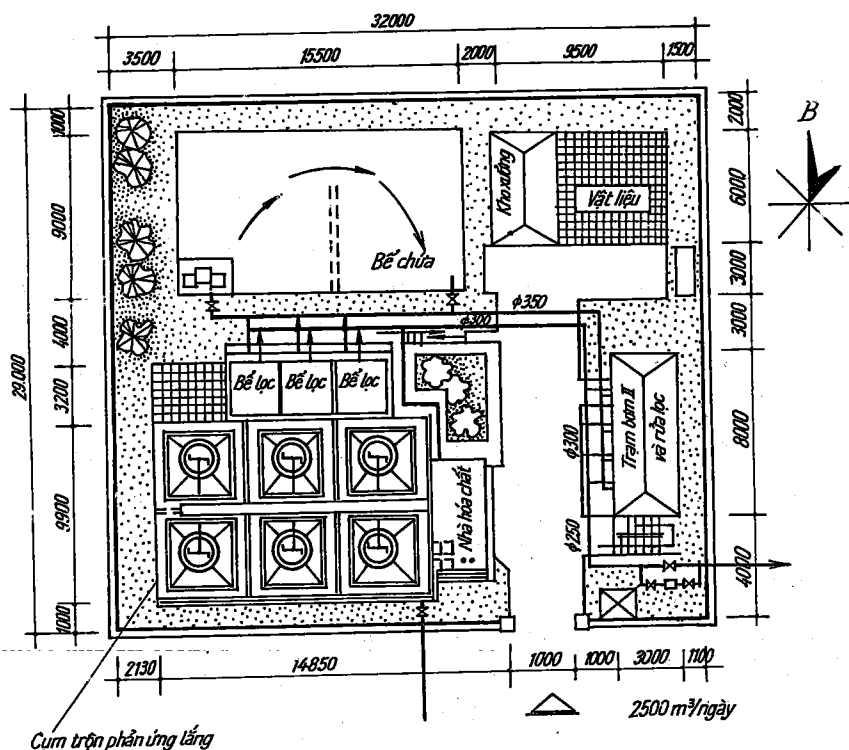
9- Trạm biến thế điện nên đặt gần nơi sử dụng điện nhiều nhất (trạm bơm) và gần đường nội bộ).

10- Bảo đảm điều kiện vệ sinh, hệ thống thoát nước phải đảm bảo thoát nước tốt, có biện pháp trồng cây xanh, trồng hoa, cỏ để đảm bảo không khí trong sạch.

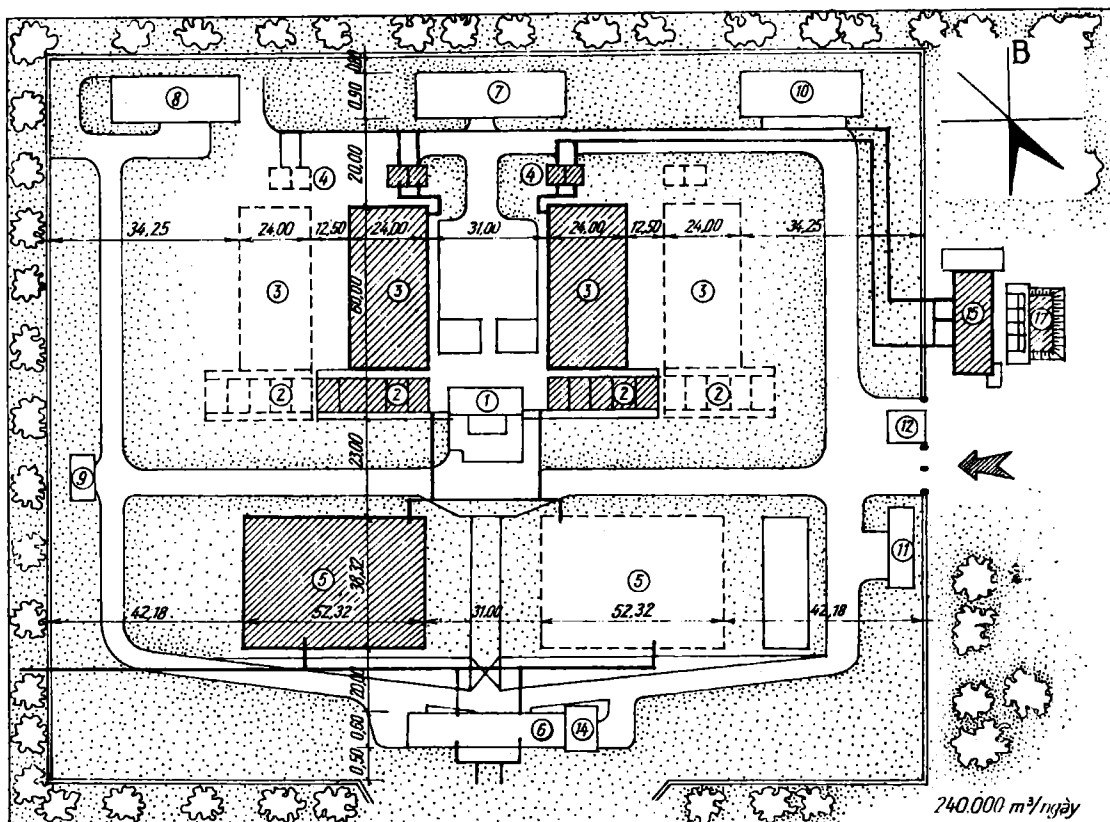
11- Các đường giao thông nội bộ phải bố trí hợp lý, thuận tiện đến từng công trình với chiều rộng đường ô tô có thể ra vào thuận tiện.

12- Phải đảm bảo điều kiện mỹ quan toàn nhà máy.

Ví dụ cụ thể bố trí mặt bằng 1 số nhà máy nước thể hiện trên hình (8-3) ; (8-4).



Hình 8-3 :



Hình 8-4 : Mặt bằng trạm xử lí nước.

1- Nhà trung tâm
2- Bể lọc
3- Bể lắng
4- Bể trộn
5- Bể chứa

6- Trạm bơm II
7- Nhà hóa chất
8- Kho xưởng
9- Điện giải
10- Gara ô tô

11. Bảo vệ
12- Thường trực
13- Trạm biến
thể trung gian
14- Trạm hạ thế

15- Trạm bơm I
16- Nhà hóa nghiệm
17- Công trình thu

Chương IX

QUẢN LÝ KỸ THUẬT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC

I. CÁC BIỆN PHÁP QUẢN LÝ KỸ THUẬT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC

Quản lý kỹ thuật là thực hiện đúng những thông số kỹ thuật đã quy định trong thiết kế và không ngừng hoàn thiện các biện pháp kỹ thuật để nâng công suất công trình.

Mục đích của quản lý kỹ thuật : nhằm đảm bảo công suất và chất lượng nước phát ra với giá thành rẻ nhất.

Để đạt được mục tiêu này, yêu cầu những người quản lý phải nắm vững những thông số thiết kế và quy trình vận hành các công trình do cơ quan thiết kế đề ra.

Các biện pháp xử lý kỹ thuật trạm xử lý nước cần được thực hiện là :

- Cần phải tiến hành kiểm tra định kỳ, đảm bảo các công trình và thiết bị trong nhà máy luôn hoạt động bình thường
- Thường xuyên theo dõi, đảm bảo chế độ hoạt động hợp lý nhất cho các công trình và thiết bị.
- Lập kế hoạch kiểm tra và sửa chữa định kỳ
- Phát hiện kịp thời và giải quyết sự cố nhanh chóng
- Kiểm tra chất lượng nước định kỳ cả trước và sau khi xử lý.
- Xác định đúng và kịp thời lượng hóa chất hợp lý nhất dùng để xử lý nước theo từng thời kỳ trong năm.
- Kiểm tra định kỳ các thiết bị đo, đếm.
- Chuẩn bị chu đáo cho các công trình và thiết bị hoạt động vào thời gian cao điểm nhất trong năm.
- Tẩy rửa định kỳ các công trình và thiết bị

Ngoài ra, để tăng cường hiệu quả hoạt động của các công trình và thiết bị trong nhà máy nước, cần thực hiện theo một số yêu cầu sau :

- Cần áp dụng những tiến bộ khoa học kỹ thuật, những cải tiến kỹ thuật, để không ngừng nâng cao công suất và hiệu quả làm việc của các công trình và thiết bị
- Không ngừng cải tiến tổ chức công việc một cách khoa học để đảm bảo sự làm việc nhịp nhàng giữa các khâu. Đưa cơ giới hóa và tự động hóa vào công tác quản lý để nâng cao năng suất làm việc
- Phải nghiêm chỉnh chấp hành những quy trình sản xuất, những điều lệ về an toàn lao động và phải tổ chức hệ thống kiểm tra sản xuất thường xuyên có hệ thống.
- Thường xuyên có kế hoạch bồi dưỡng, nâng cao trình độ của các bộ quản lý và công nhân vận hành. Tăng cường trách nhiệm đối với các bộ quản lý.

Đối với mỗi loại công trình, đều có các vấn đề kĩ thuật cụ thể. Cần nắm vững yêu cầu và các biện pháp quản lí trong suốt quá trình quản lí kĩ thuật trạm xử lí nước.

II. NỘI DUNG QUẢN LÝ KỸ THUẬT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC

2.1. Tổ chức quản lí

- Tất cả các công trình trong trạm xử lí nước, trước khi đưa vào vận hành thử, cần phải được khử trùng bằng clo
- Sau khi sửa chữa lớn, các công trình cần được kiểm tra lại toàn bộ và ghi nhận xét vào sổ nhật kí sửa chữa. Sau đó, phải khử trùng bằng clo hoặc clorua vôi.
- Trước khi đưa công trình vào hoạt động chính thức, cần phải chạy thử một thời gian, cho đến khi đạt tiêu chuẩn chất lượng nước.

2.2. Kiểm tra định kì các thiết bị và công trình trong trạm

Cán bộ kĩ thuật có trách nhiệm kiểm tra : trưởng phòng kĩ thuật hoặc kĩ sư công nghệ.

Một số công trình chính cần được kiểm tra thường xuyên là :

Bể trộn và bể phản ứng : khi đi kiểm tra, cần quan sát kĩ bên trong thành và các vách ngăn. Quan sát kĩ các van đặt ngầm và các van xả.

Bể lắng, giàn mưa, bể tiếp xúc : cần quan sát kĩ bên trong thành và các vách ngăn. Kiểm tra phần móng công trình. Quan sát các van khóa.

Bể lọc : đây là công trình quan trọng, quyết định hiệu quả xử lí của toàn trạm. Vì vậy khi kiểm tra định kì, cần phải thực hiện kiểm tra các khâu sau :

- Kiểm tra chiều cao lớp vật liệu lọc, quan sát bề mặt lớp lọc, ít nhất 3 tháng 1 lần.
- Trước khi rửa lọc, đặc biệt chú ý đến độ nhiễm bẩn của cát lọc, chiều dày lớp cặn đóng trên bề mặt lớp vật liệu lọc, độ phân bố đều của cặn bẩn trên bề mặt lớp vật liệu lọc, sự có mặt của các cặn đã tích lũy trong các hốc hõ dạng hình phễu, các vết nứt trên mặt vật liệu lọc.
- Sau khi rửa lọc : kiểm tra các tình trạng trong lớp cát, tìm các chỗ rửa chưa đạt yêu cầu, độ nhiễm bẩn còn lại... Việc quan sát được tiến hành sau khi xả cho mực nước thấp hơn mặt cát lọc 1 ít, thời gian kiểm tra ít nhất 1 tháng 1 lần.
- Kiểm tra theo các vị trí đã đánh dấu, các chiều dày lớp đỡ, thăm dò bằng ống lấy mẫu theo thời gian rửa, ít nhất 6 tháng 1 lần.
- Lấy mẫu cát để phân tích độ nhiễm bẩn, ít nhất 1 năm 1 lần.
- Kiểm tra lượng cát lọc bị hao hụt bằng cách đo khoảng cách từ mặt cát đến mép máng rửa. So sánh với thiết kế. Nếu cần phải đổ thêm cát lọc, thì phải cất bỏ cát bị nhiễm bẩn ở trên mặt dày 3 ÷ 5cm, 6 tháng 1 lần.
- Kiểm tra mặt phẳng của mép máng thu nước rửa, nếu không phẳng ngang thì phải mài mép máng 1 năm 1 lần.

- Kiểm tra thời gian và cường độ rửa lọc. Xác định lượng cặn bẩn còn lại trong nước rửa, độ sục rửa phân phối đều, độ thu nước đều vào máng và việc trôi cát vào máng, 3 tháng 1 lần.

Bể chứa nước sạch : khi kiểm tra định kỳ cần quan sát bên trong bể, quan sát các van và đường ống dẫn nước ra, vào bể, mỗi năm 1 lần.

Thiết bị pha trộn phèn : do người trực ban của trạm kiểm tra hàng ngày, quan sát bên ngoài các thiết bị và ống dẫn.

Thiết bị pha chế clo : cần quan sát thường xuyên các thiết bị và ống dẫn clo, nếu có nghi vấn cần thử nghiệm độ rò rỉ.

Các thiết bị khác : cũng cần được quan sát thường xuyên để kịp thời phát hiện những sai phạm kỹ thuật và xử lý.

2.3. Bảo dưỡng định kỳ các công trình trong trạm

Bể trộn và bể phản ứng : cần cọ rửa cặn bẩn bám vào thành và vách ngăn. Kiểm tra độ rò rỉ và tình trạng làm việc của công trình, van khóa và ống dẫn. Tối thiểu 1 năm 1 lần.

Bể lắng, giàn mưa, bể tiếp xúc : cọ rửa thành và vách ngăn, thông tắc các giàn ống hay máng phân phối.

Kiểm tra tình trạng làm việc của các van, ống.

Kiểm tra độ rò rỉ. Tối thiểu 1 năm 1 lần, riêng đối với giàn mưa cần tăng số lần cọ rửa thành, vách trong năm.

Bể lọc : kiểm tra tình trạng làm việc của các van khóa và đường ống. Kiểm tra tình trạng mất cát lọc. Thử nghiệm độ rò rỉ, tối thiểu 1 năm, 1 lần. Rửa sạch thành, vách máng hàng ngày theo chu kỳ rửa lọc. Thiết bị pha phèn, vôi, clo : thường xuyên lau chùi, sửa chữa, xả cặn và phải sơn lại thiết bị, đường ống.

III. NỘI DUNG QUẢN LÝ CÁC CÔNG TRÌNH ĐƠN VỊ XỬ LÝ NƯỚC

3.1. Quản lý hệ thống thiết bị hóa chất

Đối với các hóa chất rắn : như phèn, vôi, sút... Trong quản lý cần quan tâm đặc biệt đến khâu phân phối dung dịch. Các dung dịch hóa chất có nồng độ cao, chảy trong ống dẫn, phải có tốc độ lớn hơn 0,8m/s. Trường hợp cần thiết để đảm bảo tốc độ chảy tối thiểu, phải pha thêm nước vào ống qua các phễu đặc biệt.

Đối với hóa chất lỏng : như clo:

Phải kiểm tra độ đầy clo của bình tiêu chuẩn và thùng dự trữ bằng cách cân. Sau khi sử dụng hết clo lỏng, khí clo còn lại trong bình tiêu chuẩn phải được súc sạch bằng vôi phun. Ống dẫn clo phải là ống không bị ăn mòn chịu được áp lực cao. Hàng năm đường ống dẫn clo phải được tháo rời và thổi sạch bằng không khí khô, quan sát kỹ các chỗ nối, ống nhánh và sửa chữa lại khi cần thiết. Sau khi thổi phải nhanh chóng nạp đầy clo lỏng.

3.2. Quản lý bể trộn, bể phản ứng

Hàng năm, phải tháo sạch các bể này và kiểm tra toàn bộ, bất kể mức độ đóng cặn nhiều hay ít.

Khi rửa bể phải dùng nước vôi phun từ thành xuống đáy, dùng bàn chải chải sạch và sau đó rửa bằng dung dịch sunfát 5%.

3.3. Quản lí bể lắng

Hàng năm, tối thiểu 1 lần, phải tháo sạch và kiểm tra toàn bộ sau khi xả toàn bộ bùn vào đường ống xả, cần rửa bể bằng nước sạch, sau đó rửa lại toàn bộ bể bằng dung dịch sunfát 5%.

Cuối cùng phải tẩy trùng bằng dung dịch clo.

Khi quản lí bể lắng trong có lớp cặn lơ lửng, chiều dày lớp cặn lơ lửng phải giữ không đổi trong khoảng từ 2 ÷ 2,5m. Cần quan sát độ phân phối đều nước trên toàn bộ diện tích ngăn lắng trong, các giàn ống thu nước. Việc xử bùn thừa vào ngăn chứa nén cặn, các đường ống dẫn.

3.4. Quản lí bể lọc nhanh

Quá trình lọc : khi lọc nước, tốc độ lọc phải được giữ không đổi trong suốt chu kì làm việc của bể. Trong trường hợp cần thiết, muốn thay đổi tốc độ lọc, cần phải thay đổi từ từ, không được phép thay đổi đột ngột.

Khi bắt đầu một chu kì lọc, phải giữ tốc độ lọc ở giá trị 2 ÷ 3 m/h trong khoảng 10 ÷ 15 phút. Sau đó tăng dần đến tốc độ lọc bình thường. Trong suốt quá trình lọc, không được để mực nước ở bể lọc hạ xuống quá mức quy định.

Trong thực tế để giữ tốc độ lọc ổn định, người ta sử dụng các loại thiết bị điều chỉnh tốc độ lọc. Ở các bể lọc đều phải được trang bị dụng cụ đo tốc độ lọc và tổn thất áp lực của bể lọc. Dụng cụ này có thể gắn trực tiếp trên bể lọc hoặc lắp trong các tủ điều khiển cho các bể lọc nếu có. Các dụng cụ đo lường đều phải được kiểm tra định kì tối thiểu 6 tháng một lần.

Quá trình rửa bể lọc : được tiến hành khi tổn thất áp lực trong bể đạt tới giá trị giới hạn hoặc vào thời điểm chất lượng nước lọc bắt đầu xấu đi. Xác định thời điểm cần rửa lọc, bằng các thiết bị đo báo tự động hoặc bằng cách quan sát độ chênh mực nước trong và sau bể lọc khi quản lí vận hành thủ công.

Trước khi rửa bể lọc, phải đóng van nước vào bể để hạ mực nước trong bể xuống dưới máng rửa. Sau đó đóng van nước vào bể chứa và mở van xả.

Trình tự rửa lọc tiến hành như sau :

Khi rửa nước thuần túy : Phải đảm bảo cường độ rửa và thời gian rửa cần thiết.

Khi rửa lọc bằng gió và nước kết hợp, phải tuân theo quy trình sau : bơm không khí với cường độ 15 ÷ 20 l/s-m² sức cho bề mặt bể lọc sôi đều làm cho nước đục ngầu trong khoảng 1 ÷ 2 phút. Sau đó mở thêm van nước (phối hợp với gió) với lưu lượng nước hạn chế từ 2,5 ÷ 3 l/s-m² và quan sát kĩ không cho cát tràn vào máng thu nước rửa trong khoảng 4 ÷ 5 phút. Nếu có hiện tượng cát tràn vào máng thu phải lập tức đóng bớt van nước, nếu vẫn tràn thì phải đóng hẳn van nước. Sau đó tắt bơm không khí và tiếp tục mở van nước với cường độ rửa nước thuần túy 5 ÷ 8 l/s-m² trong khoảng 4 ÷ 5 phút, cho đến lúc nước trên bề mặt trong hẳn.

Thời gian này cũng phải quan sát xem cát có bị tràn ra máng thu, nếu có phải đóng bớt van nước lại.

Rửa lọc tốt biểu hiện ở chỗ phân phối đều và đủ lưu lượng nước rửa, thu nước đều khắp máng thu và không trôi cát ra ngoài. Việc tăng tổn thất áp lực ban đầu chu kì lọc một cách liên tục chứng tỏ rửa không tốt và độ nhiễm bẩn còn lại trong lớp cát lọc nhiều.

Ngoài ra trong quá trình quản lí bể lọc, người ta phải lập kế hoạch kiểm tra định kì các bộ phận của bể lọc như sau :

Kiểm tra chiều dày lớp vật liệu lọc và quan sát bề mặt lớp lọc : 3 tháng 1 lần. Trước khi rửa lọc, quan sát sự nhiễm bẩn lớp cát lọc, độ phân bố đều của cặn bẩn trên bề mặt bể lọc. Xem xét sự có mặt của cặn tích lũy thành các hốc, hố dạng hình phễu, các vết nứt trên mặt vật liệu lọc. Sau khi rửa lọc, quan sát tình trạng lớp cát, tìm chỗ rửa chưa đạt yêu cầu, độ nhiễm bẩn còn lại trên lớp lọc...

Việc quan sát được tiến hành sau khi xả cho mực nước trong bể thấp hơn mặt cát lọc một chút (có thể 1 tháng 1 lần)

Kiểm tra các vị trí đánh dấu chiều dày lớp đỡ, (6 tháng 1 lần)

Lấy mẫu cát để phân tích độ nhiễm bẩn (1 năm 1 lần)

Kiểm tra lượng cát bị hao hụt. Nếu cần phải đổ thêm cát lọc thì phải cất bỏ lớp cát bị nhiễm bẩn ở trên mặt dày 3 ÷ 5 cm (6 tháng 1 lần)

Kiểm tra mặt phẳng của mép máng thu nước rửa, nếu không phẳng ngang thì phải mài mép máng (1 năm 1 lần).

Khi bể lọc phải ngừng để sửa chữa, sau mỗi lần sửa chữa bể phải được khử trùng bằng clo với nồng độ 20 ÷ 50mg/l, ngâm trong 24 giờ. Sau đó rửa bằng nước sạch, cho đến khi nước rửa chỉ còn lại 0,3mg/l clo dư là được.

3.5. Quản lí công trình khử trùng nước

Xác định lượng clo hợp lí trong quá trình quản lí là rất cần thiết.

Khi dùng nước zaven hay clorua vôi, sau khi pha dung dịch đến nồng độ cho phép, phải lắng cho hết cặn mới sử dụng.

Bảo đảm trộn đều dung dịch clo với nước và thời gian tiếp xúc không được nhỏ hơn 30 phút.

Khi trộn clo vào nước có thể cho vào đường ống có chiều dài hòa trộn không nhỏ hơn 50 lần đường kính ống hoặc ở các chỗ thu hẹp có giảm áp tương ứng với giảm áp theo chiều dài đoạn ống trên.

Có thể cho clo tiếp xúc với nước trong bể chứa, hoặc trên đường ống, nếu chiều dài ống đến vòi tiêu thụ gần nhất đảm bảo thời gian tiếp xúc ít nhất 30 phút.

Các thiết bị pha clo đều phải đặt ở nơi thoáng cuối hướng gió chủ đạo, tránh hơi clo bay ra ngoài gây nguy hiểm cho người quản lí và các thiết bị công trình lân cận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Long - Cấp nước dân dụng và công nghiệp. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 1980.
2. Trịnh Xuân Lai - Xử lý nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp Nhà xuất bản Khoa học và kĩ thuật, Hà Nội 1988 tập I và tập II.
3. Tiêu chuẩn ngành - Cấp nước mạng lưới bên ngoài và công trình. Tiêu chuẩn thiết kế TCXD - 33 : 1985.
Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 1989.
4. Vũ Hải - Đoàn Trinh và Bộ môn Cấp Thoát nước Trường đại học Xây dựng Hà Nội tập III (xử lý nước). Xuất bản 1973
4. Đinh Viết Đường - Hệ thống làm thoáng có tải trọng cao. Tập san cấp thoát nước. Bộ Xây dựng, 1995.
5. Nguyễn Ngọc Dung - Khử sắt của nước ngầm ngay trong lòng đất
Tập chí hoạt động khoa học 12/ 1993.
Bộ Khoa học - Công nghệ và Môi trường
6. Н . Ф Возная . Химия воды и Микробиология . Химиздат , Москва , 1979
7. А . Ф Белан : Проектирование , и расчёты устройств
П . Д . Хоружий водоснабжения бтд "Будівельник " 1981.
8. Д . М. Минц : Основы технологии . Очистки воды
Стройиздат , Москва , 1964.
9. Е . Ф . Кургаев : Оуветлители воды . Москва , строиздат 1977
10. Т . И . Николадзе : Обезжелезвание природных и оборотных . вод . Москва . ртоиздат 1978.

XỬ LÝ NƯỚC CẤP

(Tái bản)

Chịu trách nhiệm xuất bản :

TRINH XUÂN SƠN

Biên tập :

TRƯỜNG KIM HOÀN

Chế bản :

PHÒNG VI TÍNH NXBXD

Trình bày bìa :

ĐÌNH VĂN ĐỒNG

Sửa bản in :

VŨ BÌNH MINH

NGUYỄN THU DUNG

In 200 cuốn khổ 19 x 27cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 120-2014/CXB/628-04/XD ngày 16-01- 2014. Quyết định xuất bản số 86-2014/QĐ-XBXD ngày 26-4-2014. In xong nộp lưu chiểu tháng 5-2014.

