

Chương 2: XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP CƠ HỌC

2.1. KHÁI NIỆM VỀ PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP CƠ HỌC

Phương pháp này được sử dụng để tách các tạp chất không hòa tan và một phần các chất ở dạng keo ra khỏi nước thải. Các công trình xử lý cơ học bao gồm:

2.1.1. Thiết bị chắn rác:

- Thiết bị chắn rác có thể là song chắn rác hoặc lưới chắn rác, có chức năng chắn giữ những rác bần thô (giấy, rau, cỏ, rác...), nhằm đảm bảo đảm cho máy bơm, các công trình và thiết bị xử lý nước thải hoạt động ổn định. Song và lưới chắn rác được cấu tạo bằng các thanh song song, các tấm lưới đan bằng thép hoặc tấm thép có đục lỗ... tùy theo kích cỡ các mắt lưới hay khoảng cách giữa các thanh mà ta phân biệt loại chắn rác thô, trung bình hay rác tinh.
- Theo cách thức làm sạch thiết bị chắn rác ta có thể chia làm 2 loại: loại làm sạch bằng tay, loại làm sạch bằng cơ giới.

2.1.2. Thiết bị nghiền rác:

Là thiết bị có nhiệm vụ cắt và nghiền vụn rác thành các hạt, các mảnh nhỏ lơ lửng trong nước thải để không làm tắc ống, không gây hại cho bơm. Trong thực tế cho thấy việc sử dụng thiết bị nghiền rác thay cho thiết bị chắn rác đã gây nhiều khó khăn cho các công đoạn xử lý tiếp theo do lượng cặn tăng lên như làm tắc nghẽn hệ thống phân phối khí và các thiết bị làm thoáng trong các bể (đĩa, lỗ phân phối khí và dính bám vào các tuabin... Do vậy phải cân nhắc trước khi dùng.

2.1.3. Bể điều hòa:

Là đơn vị dùng để khắc phục các vấn đề sinh ra do sự biến động về lưu lượng và tải lượng dòng vào, đảm bảo hiệu quả của các công trình xử lý sau, đảm bảo đầu ra sau xử lý, giảm chi phí và kích thước của các thiết bị sau này.

Có 2 loại bể điều hòa:

- Bể điều hòa lưu lượng
- Bể điều hòa lưu lượng và chất lượng

Các phương án bố trí bể điều hòa có thể là bể điều hòa trên dòng thải hay ngoài dòng thải xử lý. Phương án điều hòa trên dòng thải có thể làm giảm đáng kể dao động thành phần nước thải đi vào các công đoạn phía sau, còn phương án điều hòa ngoài dòng thải chỉ giảm được một phần nhỏ sự dao động đó. Vị trí tốt nhất để bố trí bể điều hòa cần được xác định cụ thể cho từng hệ thống xử lý, và phụ thuộc vào loại xử lý, đặc tính của hệ thống thu gom cũng như đặc tính của nước thải.

2.1.4. Bể lắng cát:

Nhiệm vụ của bể lắng cát là loại bỏ cặn thô, nặng như: cát, sỏi, mảnh thủy tinh, mảnh kim loại, tro, than vụn... nhằm bảo vệ các thiết bị cơ khí để bị mài mòn, giảm cặn nặng ở các công đoạn xử lý sau.

Bể lắng cát gồm những loại sau:

- Bể lắng cát ngang: Có dòng nước chuyển động thẳng dọc theo chiều dài của bể. Bể có thiết diện hình chữ nhật, thường có hố thu đặt ở đầu bể.
- Bể lắng cát đứng: Dòng nước chảy từ dưới lên trên theo thân bể. Nước được dẫn theo ống tiếp tuyến với phần dưới hình trụ vào bể. Chế độ dòng chảy khá phức tạp, nước vừa chuyển động vòng, vừa xoắn theo trục, vừa tịnh tiến đi lên, trong khi đó các hạt cát dồn về trung tâm và rơi xuống đáy.

- Bể lắng cát tiếp tuyến: là loại bể có thiết diện hình tròn, nước thải được dẫn vào bể theo chiều từ tâm ra thành bể và được thu và máng tập trung rồi dẫn ra ngoài.
- Bể lắng cát làm thoáng: Để tránh lượng chất hữu cơ lẫn trong cát và tăng hiệu quả xử lý, người ta lắp vào bể lắng cát thông thường một dàn thiết bị phun khí. Dàn này được đặt sát thành bên trong bể tạo thành một dòng xoắn ốc quét đáy bể với một vận tốc đủ để tránh hiện tượng lắng các chất hữu cơ, chỉ có cát và các phân tử nặng có thể lắng.

2.1.5. Bể lắng:

Lắng là phương pháp đơn giản nhất để tách các chất rắn không hòa tan ra khỏi nước thải. Dựa vào chức năng và vị trí có thể chia bể lắng thành các loại:

- Bể lắng đợt 1: Được đặt trước công trình xử lý sinh học, dùng để tách các chất rắn, chất lơ lửng không hòa tan.
- Bể lắng đợt 2: Được đặt sau công trình xử lý sinh học dùng để lắng các cặn vi sinh, bùn làm trong nước trước khi thải ra nguồn tiếp nhận

Căn cứ vào chiều dòng chảy của nước trong bể, bể lắng cũng được chia thành các loại giống như bể lắng cát ở trên: bể lắng ngang, bể lắng đứng, bể lắng tiếp tuyến (bể lắng radian).

2.1.6. Lọc

Lọc được ứng dụng để tách các tạp chất phân tán có kích thước nhỏ khỏi nước thải, mà các bể lắng không thể loại được chúng. Người ta tiến hành quá trình lọc nhờ các vật liệu lọc, vách ngăn xếp, cho phép chất lỏng đi qua và giữ các tạp chất lại.

Vật liệu lọc được sử dụng thường là cát thạch anh, than cốc, hoặc sỏi, thậm chí cả than nâu, than bùn hoặc than gỗ. Việc lựa chọn vật liệu lọc tùy thuộc vào loại nước thải và điều kiện địa phương.

Có nhiều dạng lọc: lọc chân không, lọc áp lực, lọc chậm, lọc nhanh, lọc chảy ngược, lọc chảy xuôi...

2.6.2. Tuyển nổi, vớt dầu mỡ

Phương pháp tuyển nổi thường được sử dụng để tách các tạp chất (ở dạng hạt rắn hoặc lỏng) phân tán không tan, tự lắng kém ra khỏi pha lỏng. Trong một số trường hợp quá trình này cũng được dùng để tách các chất hòa tan như các chất hoạt động bề mặt. Quá trình như vậy được gọi là quá trình tách hay làm đặc bọt.

Trong xử lý nước thải về nguyên tắc tuyển nổi thường được sử dụng để khử các chất lơ lửng và làm đặc bùn sinh học.

Quá trình tuyển nổi được thực hiện bằng cách sục các bọt khí nhỏ (thường là không khí) vào trong pha lỏng. Các khí đó kết dính với các hạt và khi lực nổi tập hợp các bóng khí và hạt đủ lớn sẽ kéo theo các hạt cùng nổi lên bề mặt, sau đó chúng tập hợp lại với nhau thành các lớp bọt chứa hàm lượng các hạt cao hơn trong chất lỏng ban đầu.

Bảng . Ứng dụng các công trình cơ học trong xử lý nước thải

Các công trình	Ứng dụng
Lưới chắn rác	Tách các chất rắn thô và có thể lắng
Nghiền rác	Nghiền các chất rắn thô đến kích thước nhỏ hơn đồng nhất
Bể điều hoà	Điều hoà lưu lượng và tải trọng BOD và SS
Lắng	Tách các cặn lắng và nén bùn
Lọc	Tách các hạt lơ lửng còn lại sau xử lý sinh học hoặc hóa học
Màng lọc	Tương tự như quá trình lọc, tách táo từ nước thải sau hồ ổn định
Vận chuyển khí	Bổ sung và tách khí
Bay hơi và bay khí	Bay hơi các hợp chất hữu cơ bay hơi từ nước thải

2.2. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CÁC CÔNG TRÌNH CƠ HỌC

2.2.1. Song chắn rác

SCR là công trình xử lý sơ bộ nhằm loại bỏ một lượng rác bần thô chuẩn bị cho xử lý nước thải sau đó. SCR bao gồm các thanh đan sắp xếp cạnh nhau. Khoảng cách giữa các thanh gọi là khe hở (mắt lưới) và ký hiệu là b .



Song chắn rác thô

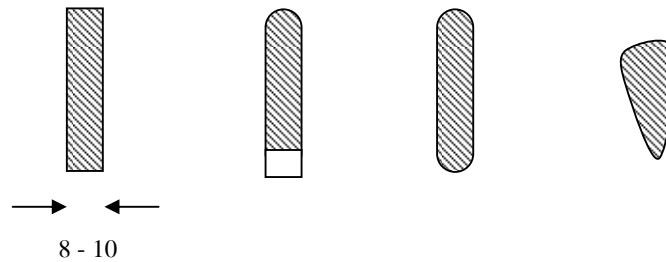


Song chắn rác tinh

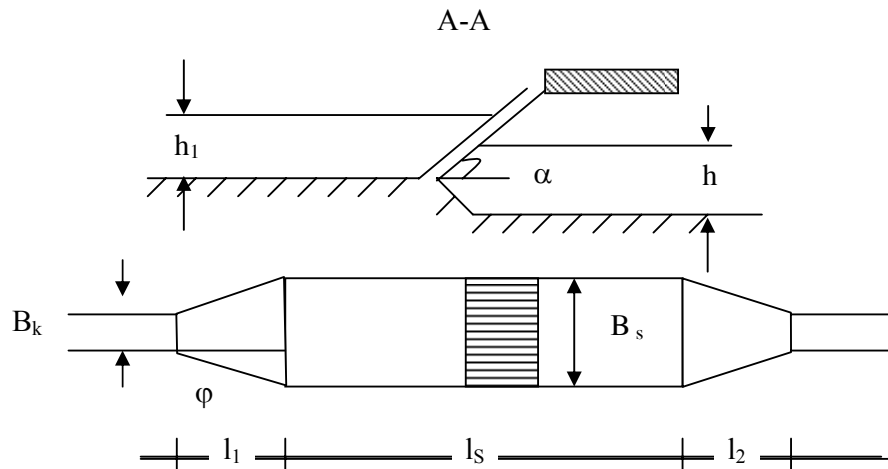
Ta có thể phân biệt các loại SCR như sau:

- SCR thô: $b = 30 \div 200\text{mm}$.
- SCR cố tinh: $b = 5 \div 25\text{mm}$.
- SCR cố định và di động.
- SCR thủ công và cơ giới.

Các tiết diện của thanh đan:



TÍNH TOÁN



Khoảng cách giữa các thanh $b = 16 \div 25\text{mm}$.

- Góc nghiêng $\alpha = 60 - 90^\circ$.
- Vận tốc trung bình qua các khe: $v = 0,6 - 1 \text{ m/s}$
- Số khe hở giữa các thanh

$$n = \frac{q_{\max}}{b \cdot h_1 \cdot v} k_z$$

+ k_z : hệ số tính đến sự thu hẹp dòng chảy: 1.05

+ q_{\max} : lưu lượng lớn nhất

- Chiều dài tổng cộng của SCR: $B_s = s(n - 1) + b \cdot n$
(s: chiều dày song chắn : 8 – 10 mm)
- Chiều dài đoạn kênh mở rộng trước SCR:

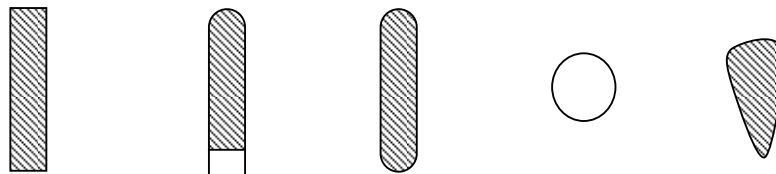
$$l_1 = \frac{B_s - B_k}{2 \operatorname{tg} \varphi} \quad (\varphi = 15-20^\circ)$$

- Chiều dài đoạn thu hẹp sau: $l_2 = 0,5l_1 \text{ (m)}$
- Tổn thất áp lực qua SCR:

$$h_s = \xi \frac{v_{\max}^2}{2g} \cdot K$$

+ ξ : hệ số tổn thất cục bộ: $\xi = \beta (s/b)^{4/3} \sin \alpha$.

+ β : hệ số phụ thuộc hình dạng thanh đan:



$\beta = 2,42$

1,83

1,67

1,97

0,92

+ K: hệ số tính tới sự tăng tổn thất áp lực do rác mắc vào SCR: $K = 3$.

- Lượng rác được giữ lại:

$$W_r = a \cdot N_{tt} / 365 \cdot 1000 \text{ (m}^3/\text{ng.đ.)}$$

+ a: lượng rác tính cho 1 người/năm : 5 → 6 l/người.năm.

+ Dân số tính toán: $N = Q/q$.

+ q: tiêu chuẩn thoát nước:

- Một số đặc tính của SCR:

+ Độ ẩm rác: 80%.

+ Độ tro : 7 – 8 %.

+ Trọng lượng thể tích 750 kg/m³.

Ví dụ áp dụng: Tính toán thiết kế song chắn rác của một công trình xử lý nước với các thông số như sau:
lưu lượng trung bình $Q_{TB}^{ng} = 300 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- Lưu lượng nước thải theo giờ lớn nhất:

$$Q_{\max}^h = Q_{TB}^h \cdot k^h = 12,5 \cdot 2,2 = 31,25 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

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

- Chọn loại song chắn có kích thước khe hở $b = 16 \text{ mm}$.
- Tiết diện song chắn hình chữ nhật có kích thước: $s \times l = 8 \times 50 \text{ mm}$.

a) Số lượng khe hở

$$n = \frac{Q_{\max}}{v_s \cdot b \cdot h_l} \cdot k_z = \frac{8,68 \cdot 10^{-3}}{0,6 \cdot 0,016 \cdot 0,1} \cdot 1,05 = 9,498(\text{khe})$$

Chọn số khe là 10 \rightarrow số song chắn là 9.

Trong đó:

- n : số khe hở.
- Q_{\max} : lưu lượng lớn nhất của nước thải, (m³/s).
- v_s : tốc độ nước qua khe song chắn, chọn $v_s = 0,6 \text{ m/s}$.
- k_z : hệ số tính đến hiện tượng thu hẹp dòng chảy, chọn $k_z = 1,05$

b) Bề rộng thiết kế song chắn rác

$$B_s = s \cdot (n - 1) + (b \cdot n) = 0,008 \cdot (10 - 1) + (0,016 \cdot 10) = 0,232(\text{m})$$

\rightarrow Chọn $B_s = 0,3 \text{ m}$.

Trong đó:

- s : bề dày của thanh song chắn, thường lấy $s = 0,008$

c) Tổn thất áp lực qua song chắn rác

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

Trong đó:

- v_{\max} : vận tốc nước thải trước song chắn ứng với Q_{\max} , $v_{\max} = 0,6$.
- k : hệ số tính đến sự tăng tổn thất áp lực do rác bám, $k = 2-3$. Chọn $k = 2$.
- ξ : hệ số tổn thất áp lực cục bộ, được xác định theo công thức:

$$\xi = \beta \cdot \left(\frac{s}{b}\right)^{3/4} \cdot \sin \alpha = 2,42 \cdot \left(\frac{0,008}{0,016}\right)^{3/4} \cdot \sin 60^\circ = 0,83$$

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

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

$$\rightarrow h_s = 0,83 \cdot \frac{(0,6)^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 2 = 0,05(\text{m}) = 5(\text{cm})$$

d) Chiều dài phân mở rộng trước SCR

$$L_1 = \frac{B_s - B_k}{2 \operatorname{tg} \varphi} = \frac{0,3 - 0,2}{2 \operatorname{tg} 20^\circ} = 0,13(\text{m})$$

→ Chọn $L_1 = 0,2$

Trong đó:

- B_s : chiều rộng song chắn.
- B_k : bề rộng mương dẫn, chọn $B_k = 0,2m$.
- φ : góc nghiêng chỗ mở rộng, thường lấy $\varphi = 20^\circ$.

e) **Chiều dài phần mở rộng sau SCR**

$$L_2 = 0,5L_1 = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1(m)$$

f) **Chiều dài xây dựng mương đặt SCR**

$$L = L_1 + L_2 + L_s = 0,2 + 0,1 + 1,5 = 1,8(m)$$

Trong đó:

- L_s : chiều dài phần mương đặt song chắn rác, $L = 1,5m$

g) **Chiều sâu xây dựng mương đặt SCR**

$$H = h_{\max} + h_s + 0,5 = 0,65(m)$$

Trong đó:

- $h_{\max} = hl$: độ đầy ứng với chế độ Q_{\max} .
- h_s : tổn thất áp lực qua song chắn.
- $0,5$: không cách giữa cốt sàn nhà đặt SCR và mực nước cao nhất.

Tóm tắt thông số thiết kế mương và song chắn rác

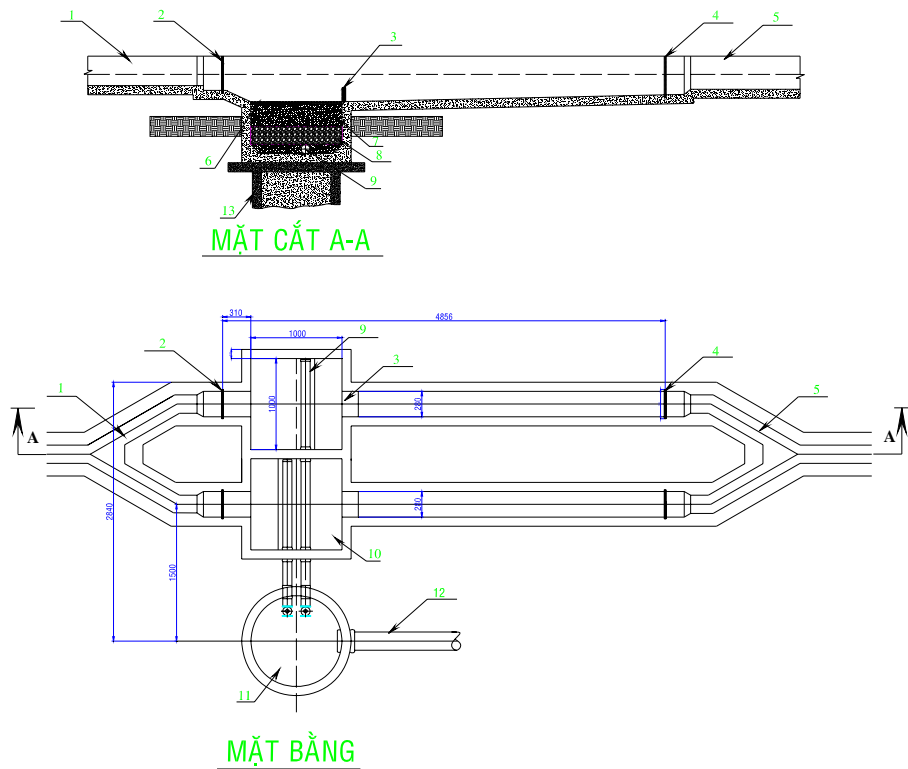
STT	Tên thông số	Đơn vị	Số lượng
1	Chiều dài mương (L)	m	1,8
2	Chiều rộng mương (B_s)	m	0,3
3	Chiều sâu mương (H)	m	0,7
4	Số thanh song chắn	Thanh	9
5	Số khe (n)	Khe	10
6	Kích thước khe (b)	mm	16
7	Bề rộng thanh (s)	mm	8
8	Chiều dài thanh (l)	mm	50

2.2.2. Bể lắng cát

Bể lắng cát thường dùng để lắng giữ những hạt cặn lớn có chứa trong nước thải (chính là cát). Có nhiều loại bể lắng cát.

2.2.2.1. Bể lắng cát ngang

Bể lắng cát ngang nước chảy thẳng thường có hồ thu cặn ở đầu bể. Cát được cào về hồ thu bằng cào sắt và lấy ra bằng bơm phun tia.



Tính toán:

➤ Chiều dài của bể:

$$L = v_{\max} \cdot t \quad (t = 30 - > 60s)$$

$$= \frac{1000 v_m h_1}{u_0} k$$

- V_{\max} : vận tốc khi Q_{\max} : 0,3 m/s.
- k: hệ số lấy phụ thuộc u_0 .
 - o $u_0 = 18 \text{ mm/s}$: $k = 1,7$.
 - o $u_0 = 24 \text{ m/s}$: $k = 1,3$. (đường kính hạt cát thường 0,2 – 0,25 mm).
- h_1 : chiều sâu công tác của bể: $\approx 0,25 \div 1 \text{ m}$.
- $u_0 =$ độ lớn thủy lực của hạt cát với đường kính 0,2 ÷ 0,25 giữ lại trong bể: $u_0 = 18 \div 24 \text{ mm/s}$.

- Tiết diện ướt của bể : $F = \frac{Q_{\max}}{v_m}$

- Chiều rộng của bể : $b = \frac{q}{v \cdot h_1}$

➤ Số ngăn trong bể: $n = \frac{F}{b \cdot h_1}$

➤ Vận tốc lớn nhất: $v_{\max} \geq 0,15 \text{ m/s}$.

➤ Thể tích cát trong bể: $W_c = \frac{N_{tt} \cdot p \cdot T}{1000}$

- N_{tt} dân số tính toán.
- p: lượng cát với độ ẩm 60%, 0,02 l/người. ng.đ.
- T: thời gian giữa 2 lần xả cát khỏi bể : 2 –4 ngày.

➤ Chiều sâu lớp cặn cát: $h_2 = \frac{W_c}{L \cdot b \cdot n}$

- Chiều sâu tổng cộng: $H_{xd} = h_1 + h_2 + h_3$. ($h_3 = 0,2 \div 0,4$ m: chiều cao bảo vệ từ nước đến tường).

2.2.2.2. Bể lắng cát đứng: Nước chảy từ dưới lên dọc theo thân bể:

Tính toán:

- Diện tích tiết diện ngang: $F = \frac{Q_{max}}{n.v}$
- Chiều cao công tác: $h_1 = v.t$.
- Chiều sâu tổng cộng: $H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$.
 $= h_1 + 0,5 + h_3 + h_4$.

- Nếu tròn : $D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$
- Nếu vuông : $D = \sqrt{F}$
- Tốc độ nước : $v = 0,4$ m/s.
- Thời gian lưu: $t = 2 \div 3,5$ phút.

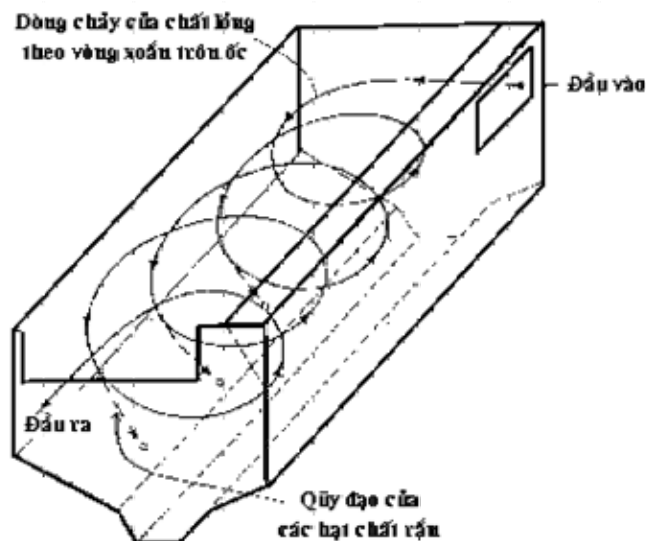
2.2.2.3. Bể lắng cát tiếp tuyến:

Có mặt hình tròn. Máng dẫn nước vào tiếp tuyến với bề. Chịu tác dụng của 2 lực, lực bản thân P, và lực ly tâm.

- Tải trọng nước bề mặt : $100m^3/m^2.h$.
- Tốc độ nước trong máng: $0,8 \div 0,6$ m/s.
- Hiệu quả giữ cát: 90%.
- $h \leq D/2$.

2.2.2.4. Bể lắng cát làm thoáng:

Là bước phát triển của bể lắng cát tiếp tuyến. Nhờ thổi khí mà dòng chảy nước thải trong bể vừa quay vừa tịnh tiến tạo nên chuyển động xoắn ốc.



Tính toán

- Hiệu suất 90 ÷ 95%.
- Đường kính ống thổi khí: $2,5 \div 6$ mm.
- Diện tích tiết diện ngang: $F = \frac{Q_{max}}{n.v_t}$.

- v_t : vận tốc thẳng: $0,01 \div 0,1$ m/s.
- n : số ngăn của bể.

➤ Chiều sâu công tác: $h_1 = \frac{b \cdot u_o}{v_t} \Leftrightarrow \frac{h_1}{b} = \frac{u_o}{v_t}$

- Chiều rộng bể b .
- u_o : độ lớn thủy lực u_o phụ thuộc vào kích thước d của hạt cát theo bảng dưới đây:

d(m)	0.1	0.12	0.15	0.2	0.3	0.4
u_o (mm/s)	5.12	7.27	11.2	17.2	29.1	40.07

- Thời gian lưu 1 vòng: $t_1 = 1.2 \frac{b}{v_v}$
 (v_v : vận tốc vòng theo chu vi tiết diện ngang: $0,25 \div 0,3$ m/s.)
- Thời gian nước lưu lại: $t = 1,1 \cdot m \cdot t_1$.

(m : số vòng nước trong 1 bể: $m = 1 / \lg(1 - 2h/H)$.)

- Chiều dài của bể $L = v_t \cdot t$.
- Lượng không khí cần thiết: $L_k = I \cdot F$.

(I : cường độ khí: $2 \div 5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$.)

Ví dụ áp dụng: Tính bể lắng cát ngang cho một công trình xử lý nước thải với công suất $4000 \text{ m}^3/\text{ngày}$, hàm lượng $SS = 254 \text{ mg/l}$, COD

⊙ Chiều dài của bể lắng cát ngang được xác định theo công thức:

$$L = \frac{1000 \cdot K \cdot H \cdot v_{\max}}{U_o}$$

Trong đó:

- K : hệ số phụ thuộc và loại bể lắng cát và độ thô thủy lực của hạt cát, $K = 1,3$
- H : độ sâu tính toán của bể lắng cát, $H = 0,25 - 1 \text{ m}$, chọn $H = 0,3 \text{ m}$
- v_{\max} : tốc độ lớn nhất của nước thải trong bể lắng cát ngang, $v_{\max} = 0,3 \text{ m/s}$.
- U_o = độ thô thủy lực của hạt cát, $U_o = 18,7 - 24,2 \text{ mm/s}$. Ứng với đường kính của hạt cát $d = 0,25 \text{ mm}$.
 Chọn $U_o = 24,2 \text{ mm/s}$.

Vậy:

$$L = \frac{1000 \cdot 1,3 \cdot 0,3 \cdot 0,3}{24,2} = 4,83 \text{ m}$$

⊙ Chiều rộng của bể lắng cát ngang:

$$B = \frac{Q_{\max}}{v_{\max} \cdot H}$$

Trong đó:

- Q_{\max} : Lưu lượng lớn nhất giây, $Q_{\max} = 417 \text{ m}^3/\text{h} = 116 \text{ l/s} = 0,116 \text{ m}^3/\text{s}$
- $v_{\max} = 0,3 \text{ m/s}$
- $H = 0,3 \text{ m}$

Chọn 4 bể lắng cát ngang dạng ngang.

Vậy :

Chiều rộng mỗi ngăn là:

$$B = \frac{0,116}{0,3 * 0,3 * 4} = 0,3m$$

⊙ Chiều rộng máng:

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

Trong đó:

- $B = 1,3m$
- $v = 0,3m$
- m : hệ số lưu lượng của cửa tràn phụ thuộc và góc tới. Chọn g tới $\theta = 45^0$, $\cot \theta = 1$, chọn $m = 0,352$.
- $Q_{\max} = 0,116 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $K = 1,3$.

Vậy:

$$b = \frac{1,3 * 0,3}{0,352 * \sqrt{2 * 9,81}} \sqrt{\frac{1,3 * 0,3}{0,116} \left(\frac{1 - 1,3^{2/3}}{1 - 1,3} \right)^{3/2}} = 0,2m$$

⊙ Độ chênh đáy:

$$\Delta P = \frac{Q_{\max}}{Bv} \cdot \frac{K - K^{2/3}}{1 - K^{2/3}}$$

Trong đó:

- $Q_{\max} = 0,116 \text{ m}^3/\text{s}$
- $B = 1,3$.
- $v = 0,3m/\text{s}$.
- $K = Q_{\min}/Q_{\max} = 167/417 = 0,4$

Vậy:

$$\Delta P = \frac{0,116}{1,3 * 0,3} \cdot \frac{1 - 0,4^{-1/3}}{1 - 0,4^{2/3}} = 0,2m$$

⊙ Thể tích phần chứa cặn của bể lắng cát ngang:

$$W = \frac{Q_{tb} * q_0}{1000}$$

Trong đó:

- $Q_{tb} = 4000 \text{ m}^3/\text{ngđ}$
- q_0 : lượng cát trong 1000 m^3 nước thải, $q_0 = 0,15 \text{ m}^3 \text{ cát}/1000 \text{ m}^3 \text{ nước thải}$

Vậy:

$$W = \frac{4000 * 0,15}{1000} = 0,6 \text{ m}^3/\text{ngay.d}$$

Phần lắng cát được bố trí ở phía trước của bể lắng cát ngang. Trên mặt bằng có dạng hình vuông, kích thước $1,1 \times 1,1m$, sâu $H + 0,64m = 0,3 + 0,64 = 0,94m$

Phân lớp đệm rút nước có độ sâu 0,64m.

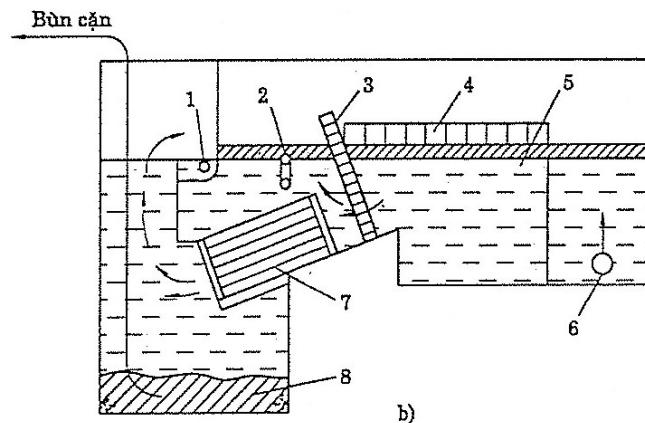
⊙ Hàm lượng chất lơ lửng, COD và BOD của nước thải sau khi qua bể lắng cát giảm 5% và còn lại

- $C_{SS2} = C_{SS1} (100 - 5)\%$
- $C_{SS1} = 245 \text{ mg/l}$, hàm lượng chất lơ lửng khi qua chắn rác
 $\Rightarrow C_{SS2} = 245 (100 - 5)\% = 233 \text{ mg/l}$
- $C_{COD2} = C_{COD1} (100 - 5)\%$
- $C_{COD1} = 540 \text{ mg/l}$, hàm lượng COD ban đầu
 $\Rightarrow C_{COD2} = 540 (100 - 5)\% = 513 \text{ mg/l}$
- $C_{BOD2} = C_{BOD1} (100 - 5)\%$
- $C_{BOD1} = 259 \text{ mg/l}$, hàm lượng BOD khi qua chắn rác
 $\Rightarrow C_{BOD2} = 259 (100 - 5)\% = 246 \text{ mg/l}$

2.2.3. Bể vớt dầu mỡ

Nước thải của một số xí nghiệp ăn uống, chế biến bơ sữa, các lò mổ, xí nghiệp ép dầu... thường có lẫn dầu mỡ. Các chất này thường nhẹ hơn nước và nổi lên trên mặt nước. Nước thải sau xử lý không có lẫn dầu mỡ mới được phép cho chảy vào các thủy vực. Hơn nữa, nước thải có lẫn dầu mỡ khi vào xử lý sinh học sẽ làm bít các lỗ hỏng ở vật liệu lọc, ở phin lọc sinh học và còn làm hỏng cấu trúc bùn hoạt tính trong aerotank...

Ngoài cách làm các gạt đơn giản bằng các tấm sợi quét trên mặt nước, người ta chế tạo ra các thiết bị tách dầu, mỡ đặt trước dây chuyền công nghệ xử lý nước thải.



Hình Thiết bị tách dầu, mỡ lớp mỏng

1. Cửa dẫn nước ra; 2. Ống gom dầu, mỡ; 3. Vách ngăn; 4. Tấm chất dẻo;
5. Lớp dầu; 6. Ống dẫn nước thải vào; 7. Bộ phận lắng làm từ các tấm gợn
8. Bùn cặn

Tính toán:

➤ Chiều dài công tác: $L = K.(v/u_{\min}).h$.

- K: hệ số phụ thuộc dòng chảy, phụ thuộc (v/u_{\min}) .

v/u_{\min}	10	15	20
K	1.5	1.65	1.75

- Công thức Stock xác định u_{\min} : $u_m = \frac{1}{18\mu}(\rho_h - \rho_n)g.d_h^2$

- ✓ d: Đường kính dầu.
- ✓ ρ_n, ρ_d : tỷ trọng riêng của dầu và nước. (g/cm^3).
- ✓ μ : độ nhớt nước thải (200c: $\mu = 0,01$).
- Diện tích tiết diện ngang: $f = Q/v$.
- Chiều sâu công tác: $h = f/B$. (B: bề rộng bể)
- Dung tích: $W = B \cdot L \cdot h$.
- Thời gian lắng: $t = L/v$.

Ví dụ áp dụng: Hãy tính toán bể vớt dầu mỡ cho hệ thống xử lý nước thải có công suất 200 $m^3/ngày$,

Chọn thời gian lưu nước là 2h (1.5 ÷ 3h)

Tải trọng bề mặt 40 ($m^3/m^2.ng.đ$)

Chọn kiểu thiết kế dài : rộng là 1 : 4

Thể tích của bể lắng:

$$V = Q \cdot T = 200 \cdot 2 = 400 \text{ (} m^3/m^2.ng.đ \text{)} = 16.67 \text{ (} m^3/h \text{)}$$

Diện tích bề mặt:

$$F = \frac{Q}{U_o} = \frac{200}{40} = 5 \text{ (} m^2 \text{)}$$

Chiều rộng bề mặt:

$$F = B \cdot L = B \cdot 4 \cdot B = 4 \cdot B^2 = 5 \text{ (} m^2 \text{)}$$

$$\Rightarrow B = 1.12 \text{ (} m \text{)}$$

Lấy $B = 1.2 \text{ m}$

Chiều dài $L = 4 \cdot B = 4.8 \text{ m}$

Diện tích $F = 5.76 \text{ m}^2$

Tải trọng bề mặt

$$U_o = \frac{Q}{F} = \frac{200}{5.76} = 34.72 \text{ (nằm trong giới hạn cho phép ở bảng 4-3 sách tính toán thiết kế các công trình$$

XLNT)

Chiều cao bể:

$$h = \frac{V}{F} = \frac{16.67}{5.76} = 2.98 \text{ m}$$

Chọn $h = 2.9 \text{ m}$

Thể tích bể lắng:

$$V = F \cdot h = 5.76 \cdot 2.9 = 16.7 \text{ m}^3$$

Thời gian lưu nước trong bể

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{16.7}{\frac{200}{24}} = 2 \text{ h}$$

Vận tốc nước chảy trong vùng lắng:

$$v = \frac{Q}{B \cdot h} = \frac{200}{86400 \cdot 1.2 \cdot 2.9} = 0.0007 \text{ (} m/s \text{)}$$

Hiệu quả khử BOD

$$R_{BOD} = \frac{t}{a + bt} = \frac{2}{0.018 + 0.02 \cdot 2} = 34.48 \%$$

Hàm lượng BOD còn lại sau khi qua bể lắng 1

$$BOD = BOD_{dv} \cdot (100 - 34.48)\% = 480(100 - 34.48)\% = 314.5 \text{ (} mg/l \text{)}$$

Hàm lượng COD còn lại sau khi qua bể lắng 1:

$$BOD = BOD_{dv} * (100 - 34.48)\% = 672 * (100 - 34.48)\% = 440.3 \text{ (mg/l)}$$

2.2.4. Xử lý bằng phương pháp lắng

2.2.4.1. Cơ sở lý thuyết lắng

Lắng là quá trình tách khỏi nước cặn lơ lửng hoặc bông cặn hình thành trong giai đoạn keo tụ tạo bông hoặc các cặn bùn sau quá trình xử lý sinh học

Trong công nghệ xử lý nước thải quá trình lắng được ứng dụng :

- Lắng cát, sạn, mảnh kim loại, thủy tinh, xương, hạt sét,.....ở bể lắng cát.
- Loại bỏ chất lơ lửng ở bể lắng đợt 1.
- Lắng bùn hoạt tính hoặc màng vi sinh vật ở bể lắng đợt 2.

Hai đại lượng quan trọng trong việc thiết kế bể lắng chính là tốc độ lắng và tốc độ chảy tràn. Để thiết kế một bể lắng lý tưởng, đầu tiên người ta xác định tốc độ lắng của hạt cần được loại và khi đó đặt tốc độ chảy tràn nhỏ hơn tốc độ lắng.

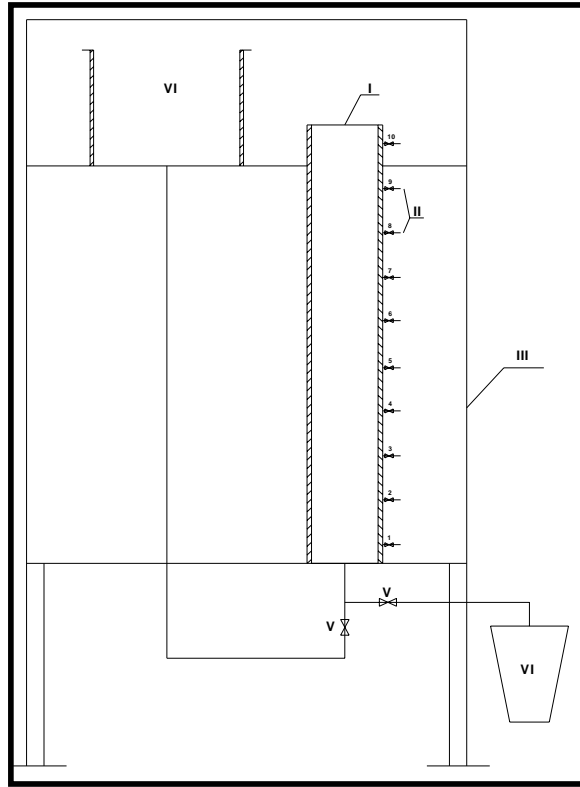
Tính chất lắng của các hạt có thể chia thành 3 dạng như sau :

Lắng dạng I: lắng các hạt rời rạc. Quá trình lắng được đặt trưng bởi các hạt lắng một cách rời rạc và ở tốc độ lắng không đổi. Các hạt lắng một cách riêng lẻ không có khả năng keo tụ, không dính bám vào nhau suốt quá trình lắng. Để có thể xác định tốc độ lắng ở dạng này có thể ứng dụng định luật cổ điển của Newton và Stoke trên hạt cặn. Tốc độ lắng ở dạng này hoàn toàn có thể tính toán được.

Lắng dạng II: lắng bông cặn. Quá trình lắng được đặt trưng bởi các hạt (bông cặn) kết dính với nhau trong suốt quá trình lắng. Do quá trình bông cặn xảy ra trên các bông cặn tăng dần kích thước và tốc độ lắng tăng. Không có một công thức toán học thích hợp nào để biểu thị giá trị này. Vì vậy để có các thông số thiết kế về bể lắng dạng này, người ta thí nghiệm xác định tốc độ chảy tràn và thời gian lắng ở hiệu quả khử bông cặn cho trước từ cột lắng thí nghiệm, từ đó nhân với hệ số quy mô ta có tốc độ chảy tràn và thời gian lắng thiết kế.

Lắng dạng III: lắng cản trở. Quá trình lắng được đặt trưng bởi các hạt cặn có nồng độ cao (> 1000mg/l). Các hạt cặn có khuynh hướng duy trì vị trí không đổi với các vị trí khác, khi đó cả khối hạt như là một thể thống nhất lắng xuống với vận tốc không đổi. Lắng dạng này thường thấy ở bể nén bùn.

MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM



CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH.

- Chuẩn bị thùng chứa nước thải và khuấy trộn đều nước thải.
- Chuẩn bị cột lắng hình hộp
- Bơm nước thô vào cột lắng : V
- Để lắng 1 phút. Lấy mẫu nước kiểm tra độ đục (SS) ở các độ sâu khác nhau ứng với thời điểm khác nhau (5, 10, 15, 20, 40, 60, 90 phút, cho đến khi SS = 0) ở các độ sâu khác nhau: 1.8, 1.4, 1.0, 0.6, 0.4 m
- Sau khi đo độ đục ta tính toán hiệu quả lắng theo công thức sau:

$$R\% = (1 - C_1 / C_0) \times 100\%$$

- ✓ R% : hiệu quả ở một chiều sâu tương ứng với một thời gian lắng%.
- ✓ C₁ : hàm lượng SS ở thời gian t ở độ sâu h, mg/L.
- ✓ C₀ : hàm lượng SS ban đầu, mg/L.

Lập bảng kết quả đo SS

Cao độ (m)	C ₀ (mg/l)	5 (phút)	10	15	20	40	60	90
0.2								
0.6								
1.0								
1.4								
1.8								

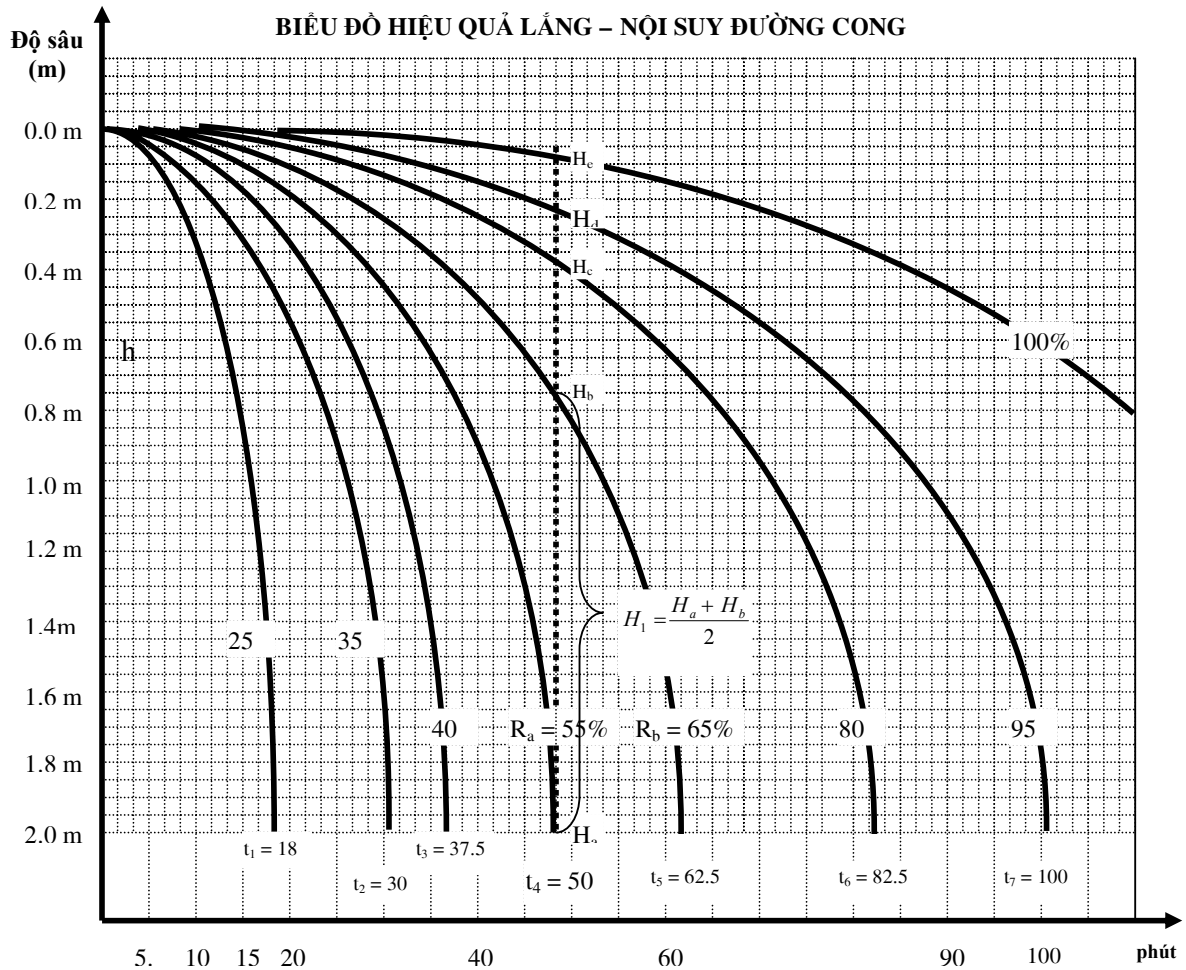
Lập bảng hiệu quả sau khi lắng tính ra % (R)

Cao độ (m)	5 (phút)	10	15	20	40	60	90
0.2							
0.6							
1.0							
1.4							
1.8							

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Dựng đồ thị với trục hoành biểu thị thời gian lấy mẫu, trục tung biểu thị chiều sâu. Vẽ biểu đồ hiệu quả lắng.

Nội suy các đường cong hiệu quả lắng bằng cách nối các điểm có cùng hiệu quả lắng như mô hình gợi ý sau:



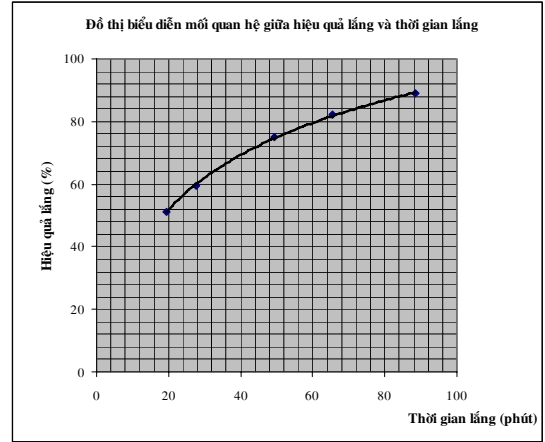
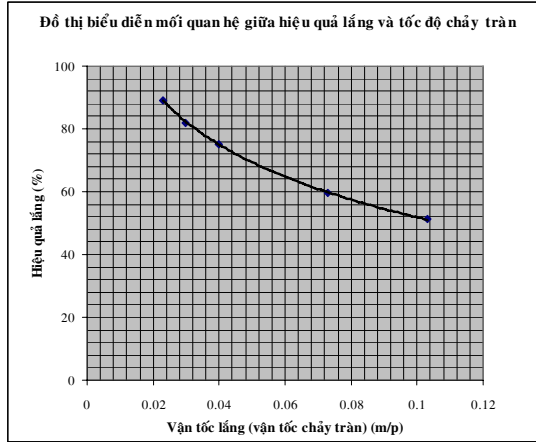
Từ giao điểm giữa đường cong hiệu quả lắng và trục hoành, xác định tốc độ chảy tràn $V_0 = H / t_i$. Trong đó H là chiều sâu cột (2m), t_i là thời gian lấy mẫu được xác định từ giao điểm đường cong hiệu quả lắng và trục hoành.

Vẽ đường thẳng đứng từ t_i . chiều cao H_1, H_2, \dots . Tương ứng với các trung điểm đoạn thẳng giữa đường thẳng t_i và các đường cong hiệu quả. Hiệu quả lắng tổng cộng ở thời gian t_i được tính như sau:

$$R_{T_i} = R_a + H_1 / H (R_b - R_a) + H_2 (R_c - R_b) + \dots$$

Từ các số liệu tính toán trên xây dựng biểu đồ hiệu quả lắng theo thời gian lưu nước và hiệu quả lắng theo tốc độ chảy tràn.

Từ hai biểu đồ trên với hiệu quả lắng yêu cầu có thể xác định thời gian lưu nước và tốc độ chảy tràn thiết kế.

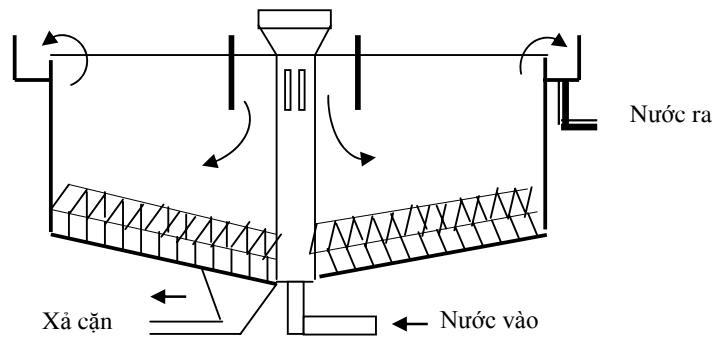


2.2.4.2. Các loại bể lắng

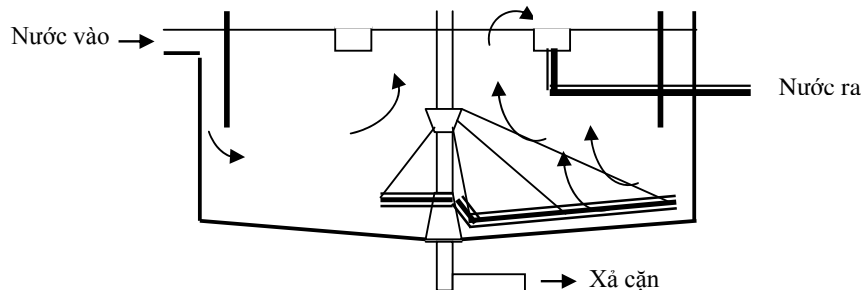
2.2.4.2.1. Bể lắng hình tròn

Trong bể lắng hình tròn, nước chuyển động theo hướng bán kính. Tùy theo cách chảy của dòng nước vào và ra mà ta có các dạng bể lắng tròn khác nhau.

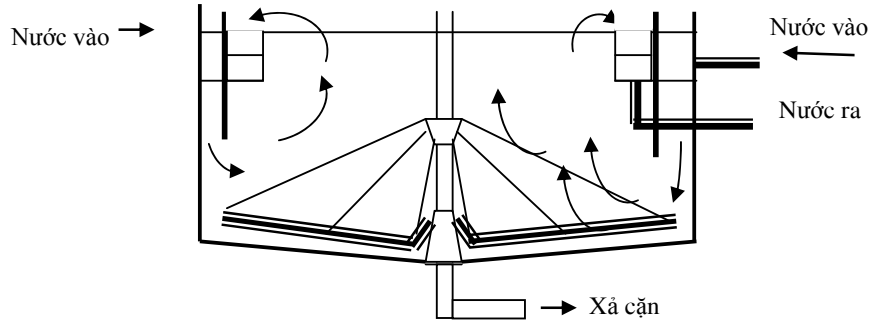
a) Bể lắng tròn phân phối nước vào bằng buồng phân phối trung tâm



b) Bể lắng tròn phân phối vào bằng máng quanh chu vi bể và thu nước ra bằng máng ở trung tâm



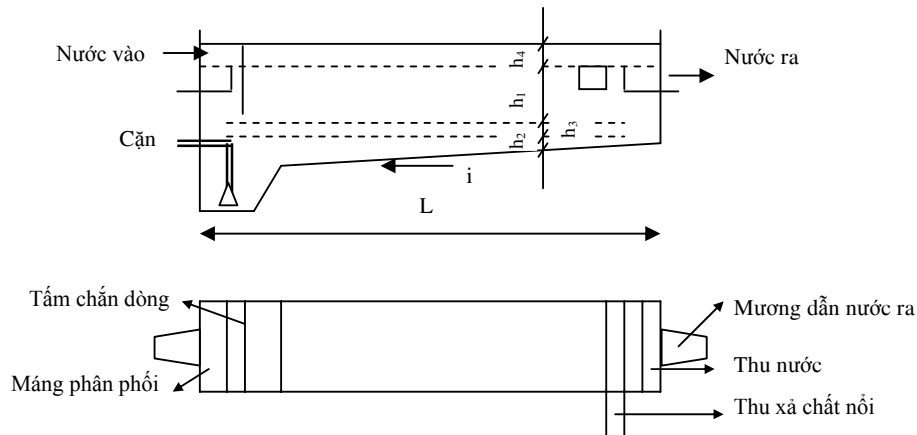
c) Bể lắng tròn phân phối nước vào và thu nước ra bằng máng đặt vòng quanh theo chu vi bể.



- Tuy nhiên, trường hợp a thông dụng hơn và người ta thích dùng hơn.
- Trong trường hợp a có thể đưa nước từ đáy hay từ thành bể.
- Buồng trung tâm có $d = 15-20\% D_{bể}$.
- Chiều cao trụ: 1-2,5m.
- Đáy bể có độ dốc : 1/12.

2.2.4.2.2. BỂ LẮNG NGANG (HCN)

Nước thải đi vào vùng phân phối nước đặt ở đầu bể lắng, qua vách phân phối, nước chuyển động đều nước vào vùng lắng, thường cấu tạo dạng máng có lỗ.



Với:

- h_1 : chiều sâu làm việc.
- h_2 : chiều cao lớp chứa cặn.
- h_3 : chiều cao lớp nước trung hoà ($=0,4m$).
- h_4 : chiều cao thành bể cao hơn mực nước ($0,25-0,4m$).
- $H_{xd} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$
- $i = 0,01-0,001$.
- Độ dốc hố thu không nhỏ hơn 45° .
- Bể lắng đợt 1 có chiều cao áp lực xả cặn $\geq 1,5m$.
- Tấm chắn cao hơn mặt nước $0,15-0,2m$ và sâu hơn so với mực nước $\leq 0,25m$. Đặt cách máng phân phối ($0,25-0,5m$).

2.2.4.2.3. Cách tính toán chung bể lắng 1

a. Các thông số tính toán bể lắng 1

Tên thông số	Đơn vị đo	Giá trị thông số	
		Khoảng dao động	Tiêu biểu
Nước thải trực tiếp vào lắng 1			
1/ Thời gian lưu nước	(h)	1.5-2.5	2
2/ Tải trọng bề mặt			
_ h trung bình	m ³ /m ² .ngày	31-50	40
_ h cao điểm	m ³ /m ² .ngày	81-122	89
3/ Tải trọng máng thu	m ³ /m dài ngày	124-490	248
Nước thải + bùn hoạt tính → Lắng 1			
1/ Thời gian lưu nước	(h)	1.5-2.5	2
2/ Tải trọng bề mặt			
_ h trung bình	m ³ /m ² .ngày	25-32	28
_ h cao điểm	m ³ /m ² .ngày	48-69	61
3/ Tải trọng máng thu	m ³ /m dài ngày	124-490	250

b. Thông số thiết kế bể lắng 1

Thông số	Đơn vị đo	Giá trị
Bể ngang		
+ Sâu	m	3-4.8
+ Dài	m	15-90 (25-40)
+ Rộng	m	3-25 (5-10)
+ Tốc độ máy gạt cặn	m/phút	0.6-1.2
Bể tròn		
+ Sâu	m	3-4.8
+ Đường kính	m	3-60 (12-45)
+ Độ dốc đáy	m/m dài	1/10-1/13
+ Tốc độ máy gạt cặn	v/phút	0.02-0.05

c. Vận tốc tối đa trong vùng lắng

$$V_H = \sqrt[2]{\frac{8k(\rho - 1)gd}{f}}$$

Với:

- V_H: vận tốc giới hạn trong buồng lắng.
- K = 0,05 (BL1): hệ số phụ thuộc tính chất cặn
- ρ: trọng lượng hạt: 1,2-1,6 (chọn ρ = 1,25).
- g: gia tốc trọng trường.
- d: đường kính tương đương của hạt (10⁻⁴ m).
- f: hệ số ma sát (phụ thuộc vào Re) 0,02-0,03 (lấy f = 0,025).

d. Hiệu quả khử SS, BOD₅ ở bể lắng 1 được tính theo CT thực nghiệm sau

$$R_t = \frac{t}{a + b.t} \cdot 100\%$$

Với:

- t: thời gian lưu.
- a, b: hằng số thực nghiệm
 - + BOD₅: a = 0,018 (h), b = 0,02
 - + SS: a = 0,075 (h), b = 0,014

Ví dụ áp dụng 1 : Tính toán bể lắng đứng cho công trình xử lý nước thải công suất $150\text{m}^3/\text{ngày}$, các chỉ tiêu như $BOD = 5956\text{ mg/l}$, $SS = 640\text{ mg/l}$

- **Diện tích tiết diện ướt của bể lắng đứng**

$$F_1 = \frac{Q_{\max}^s}{v} = \frac{0,0035}{0,000475} = 7,3(\text{m}^2)$$

Trong đó: V: Tốc độ chuyển động của nước thải trong bể lắng đứng,
 $V = 0,0285\text{ (m/phút)} = 0,000475\text{ (m/s)}$

- **Diện tích tiết diện ướt của ống trung tâm**

$$F_2 = \frac{Q_{\max}^s}{V_{tt}} = \frac{0,0035}{0,02} = 0,175(\text{m}^2)$$

Trong đó: V_{tt} : Tốc độ chuyển động của nước thải trong ống trung tâm, lấy không lớn hơn 30 (mm/s) (điều 6.5.9 TCXD-51-84).

Chọn $V_{tt} = 20\text{ (mm/s)} = 0,02\text{ (m/s)}$

- **Diện tích tổng cộng của bể lắng:**

$$F = F_1 + F_2 = 7,3 + 0,175 = 7,475\text{ (m}^2)$$

- **Đường kính của bể lắng:**

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 7,475}{3,14}} = 3,085(\text{m})$$

- **Đường kính ống trung tâm:**

$$d = \sqrt{\frac{4 * F_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,175}{\pi}} = 0,47\text{ m}$$

- **Chiều cao tính toán của vùng lắng trong bể lắng đứng:**

$$h_{tt} = V * t = 0,000475 * 114 * 60 = 3,25\text{ (m)}$$

Trong đó: t: Thời gian lắng, $t = 114\text{ phút}$ (Thực nghiệm)

V: Tốc độ chuyển động của nước thải trong bể lắng đứng,

$$V = 0,0285\text{ (m/phút)} = 0,000475\text{ (m/s)}$$

- **Chiều cao phần hình nón của bể lắng đứng được xác định:**

$$h_n = h_2 + h_3 = \left(\frac{D - d_n}{2}\right) * \text{tg} \alpha = \left(\frac{3,085 - 0,5}{2}\right) * \text{tg} 50^\circ = 1,54\text{ (m)}$$

Trong đó: h_2 : chiều cao lớp trung hòa (m)

h_3 : chiều cao giá định của lớp cặn lắng trong bể

D: đường kính trong của bể lắng, $D = 3,085\text{ (m)}$

d_n : đường kính đáy nhỏ của hình nón cụt, lấy $d_n = 0,5\text{ m}$

α : góc ngang của đáy bể lắng so với phương ngang, α không nhỏ hơn 50° , chọn $\alpha = 50^\circ$

- **Chiều cao của ống trung tâm lấy bằng chiều cao tính toán của vùng lắng và bằng 3,25 m.**

. Đường kính phần loe của ống trung tâm lấy bằng chiều cao của phần ống loe và bằng 1,35 đường kính ống trung tâm:

$$D_1 = h_1 = 1,35 * d = 1,35 * 0,47 = 0,6345\text{ (m)}, \text{ chọn } D_1 = 0,65\text{ (m)}$$

. Đường kính tấm chắn: lấy bằng 1,3 đường kính miệng loe và bằng:

$$D_c = 1,3 * D_1 = 1,3 * 0,65 = 0,845 \text{ (m)}$$

. Góc nghiêng giữa bề mặt tấm chắn so với mặt phẳng ngang lấy bằng 17°

- **Chiều cao tổng cộng của bể lắng đứng sẽ là:**

$$H = h_{tt} + h_n + h_{bv} = h_{tt} + (h_2 + h_3) + h_{bv} = 3,25 + 1,54 + 0,3 = 5,1 \text{ (m)}$$

trong đó: h_{bv} - khoảng cách từ mặt nước đến thành bể, $h_{bv} = 0,3 \text{ (m)}$

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

- **Đường kính máng thu:** $D_{máng} = 80\%$ đường kính bể

$$D_{máng} = 0,8 * 3,085 = 2,468 \approx 2,5 \text{ (m)}$$

- **Chiều dài máng thu nước:**

$$L = \pi * D_{máng} = 3,14 * 2,5 = 7,85 \text{ (m)}$$

- **Tải trọng thu nước trên 1m dài của máng:**

$$a_L = \frac{Q}{L} = \frac{150}{7,85} = 19,1 \text{ (m}^3\text{/mdài.ngày)}$$

☒ **Hiệu quả xử lý:** Sau lắng, hiệu quả lắng đạt 64% (thực nghiệm)

➤ Hàm lượng SS còn lại trong dòng ra:

$$SS_{ra} = 640 * (100\% - 64\%) = 230 \text{ (mg/l)}$$

➤ Hàm lượng COD còn lại sau bể lắng:

$$COD_{ra} = 1160 \text{ (mg/l)}$$

$$\rightarrow \text{Hiệu quả xử lý COD đạt: } H = \frac{10830 - 1160}{10830} = 89,3\%$$

➤ Hàm lượng BOD còn lại trong dòng ra:

$$BOD_{ra} = 5956 * (100\% - 89,3\%) = 637 \text{ (mg/l)}$$

- **Lượng bùn sinh ra mỗi ngày**

$$M = 0,64 * 640 * 150 = 61,44 \text{ (Kg/ngđ)}$$

Giả sử bùn tươi có độ ẩm 95%

Khối lượng riêng bùn = 1053 Kg/m³

Tỉ số MLVSS : MLSS = 0,75

→ Lượng bùn cần xử lý:

$$G = \frac{M}{(1 - 0,95) * 1053} = \frac{61,44}{0,05 * 1053} = 1,2 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$$

- **Lượng bùn có khả năng phân hủy sinh học**

$$M_{tươi} = 0,75 * 61,44 = 46, \text{ (Kg/ngày)}$$

Các thông số thiết kế bể lắng I

STT	Tên thông số	Số liệu dùng thiết kế	Đơn vị
1	Diện tích tiết diện ướt của ống trung tâm (f)	0,175	(m ²)
2	Diện tích tiết diện ướt của bể lắng (F)	7,3	(m ²)
3	Đường kính ống trung tâm (d)	0,47	(m)

4	Đường kính của bể lắng(D)	3,085	(m)
5	Chiều cao bể (H)	5,1	(m)
6	Thời gian lắng (t)	1,9	giờ
7	Đường kính máng thu	2,5	(m ²)

Ví dụ áp dụng 2 : Tính toán bể lắng ngang cho công trình xử lý nước thải công suất 1500m³/ngày, các thông số cho như sau:

- Thời gian lắng: $t = 72$ (phút).
- Chiều cao vùng lắng: $H = 2$ (m).
- $U_o = 0,03$ (m/phút) = 0,5 (mm/s).

Giải :

□ **Vùng lắng.**

- Thể tích nước.

$$V_n = Q_{\text{giờ}}^{tb} \times t$$

Với

- t : thời gian lưu nước theo kết quả thí nghiệm lắng. Theo sách *Tính Toán Thiết Kế Các Công Trình XLNT Công Nghiệp Và Đô Thị* do Lâm Minh Triết (chủ biên) thì thời gian lưu nước tăng $1,5 \div 2$ lần so với thực nghiệm

$$\rightarrow \text{chọn } t = 1,5 \times t_{TN} = 1,5 \times 72 = 108 \text{ (phút)}$$

- $Q_{\text{giờ}}^{tb}$: Lưu lượng tính toán trung bình theo giờ, $Q_{\text{giờ}}^{tb} = 62,5$ (m³/h).

$$\Rightarrow V_n = \frac{62,5 \times 108}{60} \approx 112 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Diện tích mặt bằng của bể lắng.

$$F = \frac{V_n}{H} = \frac{112}{2} \approx 56 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Kích thước của bể:

$$\text{Ta có } B \times L = 56 \text{ (m}^2\text{)} (*)$$

Mà theo điều 6.5.4 – TCXD -51-84, chiều rộng bể lắng lấy trong khoảng

$$(2 \div 5) \times H (**)$$

Từ (*) và (**) $\rightarrow B = 4$ (m).

$$L = 14 \text{ (m)}.$$

Chiều cao xây dựng của bể

$$H_{xd} = h_{\text{bảo vệ}} + h_{\text{công tác}} + h_{\text{cặn}} + h_{\text{trung hòa}}$$

Trong đó :

- $h_{\text{bảo vệ}} = 0,5 \div 1$, vậy chọn $h_{\text{bảo vệ}} = 0,5$ (m)

- $h_{\text{công tác}} = \frac{V_n}{F} = \frac{112}{56} = 2$ (m),

- $h_{\text{cặn}} = \frac{V_c}{B \times L}$

Với V_c : thể tích cặn tươi (m³)

$$V_c = \frac{G}{S \times P}$$

Trong đó:

- G : khối lượng cặn tươi (kg/ngày).

$$G = Q \times R_{ss} \times SS$$

Với:

+ Q : lưu lượng nước thải, $Q = 1500$ (m^3 /ngày).

+ R : hiệu suất khử SS, $R = 75\%$

+ SS : hàm lượng cặn, $SS = 202$ (mg/l).

$$\rightarrow G = 1500 \times 0,75 \times 202 = 227,25(\text{kg/ngày}) = 0,227(\text{tấn/ngày}).$$

- S : tỉ trọng cặn tươi, lấy $S = 1,02$ (tấn / m^3) (bảng 13.1), (1).

- P : nồng độ ở bể lắng I, lấy $P = 5\% = 0,05$ (bảng 13.5), (1).

$$\rightarrow V_c = \frac{0,227}{1,02 \times 0,05} = 4,45 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

$$\text{Vậy } h_{c\grave{a}n} = \frac{V_c}{L \times B} = \frac{4,45}{14 \times 4} = 0,08(\text{m})$$

$$\rightarrow \text{Chọn } h_2 = 0,1(\text{m})$$

với : $D = 14$ m : chiều dài bể

$R = 4$ m : chiều rộng bể

$$\square h_{\text{trung hòa}} \text{ chọn } h_{\text{trung hòa}} = 0,4 \text{ (m), (2).}$$

→ Chiều cao xây dựng bể.

$$\Rightarrow H = 2 + 0,1 + 0,4 + 0,5 = 3 \text{ (m)}$$

□ **Tính toán hệ thống phân phối nước vào và thu nước ra.**

□ Hệ thống phân phối nước vào : chọn tám phân phối khoan lỗ

- $B_{pp} = B = 4$ (m).

- h_{pp} : chiều cao tám phân phối, $h = H - h_{\text{trung hòa}} = 3 - 0,5 = 2,5$ (m).

- Khoảng cách giữa tâm các lỗ là : $0,25 \div 0,45 \rightarrow$ chọn 0,3 m

- Khoảng cách ngăn phân phối lấy $L_n = 1$ (m) để phân phối nước đều trong bể, vách ngăn phân phối có các lỗ, tốc độ nước phân phối qua các lỗ theo quy phạm $0,2 \div 0,3$ (m/s) \rightarrow chọn $v_l = 0,3$ (m/s).

- Tiết diện ống phân phối, ống dẫn nước vào, tiết diện ống lớn hơn lưu lượng tính toán từ $20\% \div 30\%$
 \rightarrow chọn tiết diện ống phân phối nước lớn hơn lưu lượng nước tính toán là 20%.

□ Lưu lượng tính toán.

$$Q_u = \frac{Q_{gio}^{tb} \times 20}{100} + Q_{gio}^{tb} = \frac{62,5 \times 20}{100} + 62,5 = 75(\text{m}^3 / \text{h})$$

phân phối nước.

□ Tổng tiết diện lỗ

$$S_{pp} = \frac{Q_u}{V_l} = \frac{75}{0,3 \times 3600} = 0,069(\text{m}^2)$$

□ Đường kính ống dẫn nước vào ngăn phân phối.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S_{pp}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,069}{3,14}} \approx 0,3(\text{m})$$

- Chọn các lỗ phân phối hình tròn có $d = 30(mm)$
- Tiết diện lỗ:
- Số lỗ cần thiết. $S_l = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,03^2}{4} = 7,065 \times 10^{-4} (m^2)$

$n = \frac{S_{pp}}{S_l} = \frac{0,069}{7,065 \times 10^{-4}} = 98(lo)$ Bố trí các lo ở gần phân phối thành 12 hàng dọc và 8 hàng ngang.

- Khoảng cách giữa các trục lỗ theo hàng dọc

$$e_d = \frac{B}{12} = \frac{4}{12} = 0,33(m) = 330(mm)$$

- Khoảng cách giữa các trục lỗ theo hàng ngang.

Theo quy phạm hàng lỗ cuối cùng nằm cao hơn mức cần tính toán là $0,3m \div 0,5m, \rightarrow$ chọn $0,5 (m)$.

$$e_n = \frac{H - 0,5}{8} = \frac{3 - 0,5}{8} = 0,31(m) = 310(mm)$$

- Hệ thống phân phối nước ra.

- Ta có tổng chiều dài mép máng :

$$L > \frac{Q}{5 \times H \times V_{láng}}$$

Trong đó

- $Q_{ngày}^b$: lưu lượng tính toán trung bình theo ngày.
- $h_{công\ tác}$: chiều cao công tác, $h_{công\ tác} = 2(m)$.
- $V_{láng}$: vận tốc vùng lắng (m/s)

$$V_{láng} = \frac{Q}{L \times B} = \frac{1500}{14 \times 4 \times 86400} = 0.0003 (m/s)$$

$$\Rightarrow L > \Rightarrow L > \frac{1500}{5 \times 2 \times 0.0003 \times 86400} = 5,7(m) \quad (*)$$

Theo giáo trình TTTKXLNT-TXLai, thì : $L = 2 \times n \times l$ (**)

Với n : số máng trong bể.

$l = 4(m)$: chiều dài máng.

Từ (*) & (**): $2 \times n \times l > 5,7$

$$n > \frac{5,7}{8} = 0,71 \rightarrow \text{chọn } n = 1$$

- Thể tích máng:

$$\text{Chọn sơ bộ : } D \times R \times C = 4 \times 0,5 \times 0,3 = 0,6 (m^3)$$

- Tải trọng máng :

$$q_{máng} = \frac{Q}{l} = \frac{1500}{4} = 375 (m^3/m \text{ ngày})$$

Thỏa đk $q_{máng} = 124 \div 490 (m^3/m \text{ ngày})$

- Vận tốc nước chảy vào máng : $V_{máng} (m/s)$

$$V_{máng} = \frac{Q}{F}$$

Với

$$F: \text{diện tích máng, } F = D \times R = 4 \times 0.5 = 2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\rightarrow V_{máng} = \frac{1500}{2 \times 86400} = 0,0086 \text{ (m/s)}$$

Theo (1), trang 50 thì $V_{máng} < V_H$: vận tốc tới hạn

$$\text{Mà } V_H = \left[\frac{8 \times K \times (\rho - 1) \times g \times d}{f} \right]^{1/2}$$

Với

- K : hằng số thuộc tính chất cặn, nước thải công nghiệp với $K = 0,06$
- ρ : tỉ trọng của hạt, chọn $\rho = 1,25$
- g : gia tốc trọng trường, $g = 9,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$
- d : đường kính hạt cặn, $d = 10^{-4} \text{ (m)}$
- f : hệ số ma sát, $f = 0,025$

$$V_H = \left[\frac{8 \times 0,06 \times (1,25 - 1) \times 9,8 \times 10^{-4}}{0,25} \right]^{1/2} = 0,0685 \text{ (m/s)}$$

□ **Vùng nén cặn.**

- Thể tích vùng nén cặn.

$$W_c = \frac{T \times Q_{gio}^{tb} \times (C_v - C)}{\delta} = \frac{T \times Q_{gio}^{tb} \times H \times C_v}{\delta \times 100}$$

Với:

- T : thời gian giữa hai lần xả cặn, (theo quy phạm $6 \div 24 \text{ h}$) \rightarrow chọn $T = 8 \text{ h}$.
- C : hàm lượng cặn còn lại sau khi lắng, (theo quy phạm $10 \div 12 \text{ mg/l}$),
□ chọn $C = 10 \text{ (mg/l)}$.
- δ : nồng độ trung bình của cặn đã nén, tra bảng 3.3/78 sách XLNC của PTS Nguyễn Ngọc Dung \rightarrow chọn $\delta = 25.000 \text{ (mg/m}^3\text{)}$
- C_v : hàm lượng cặn trong nước đưa vào bể lắng, $C_v = 194 \text{ (mg/l)}$ (theo tính toán phần bể tuyển nổi).
- H : hiệu quả lắng, $H = 75\%$.

$$\Rightarrow W_c = \frac{8 \times 62,5 \times 75 \times 194}{25.000 \times 100} = 2,91 \text{ (m}^3\text{)} \quad \square \text{ Chiều cao vùng nén cặn.}$$

$$h_c = \frac{W_c}{F} = \frac{2,91}{56} \approx 0,05 \text{ (m)}$$

□ **Hệ thống xả cặn.**

- Thể tích cặn cần xả sau 8h.

$$V_x = W_c = 2,91 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Lượng nước cặn được pha loãng trong khi xả.

$$V = K \times V_x$$

- Theo quy phạm lưu lượng xả = $30\% \div 60\% V_x$.

→ Chọn lưu lượng xả là $50\%V_x$

- Theo quy phạm thời gian xả = $20 \div 40$ phút,

→ Chọn thời gian xả là 20 phút.

- K : hệ số pha loãng khi xả cặn bằng thủy lực (Điều 6.5.4 – TCXD -51-84)

→ $K = 0,5$.

→ $V = 0,5 \times 2,91 = 1,455 (m^3)$.

- Lưu lượng cặn xả.

$$Q_x = \frac{V}{t} = \frac{1,455}{60 \times 20} = 0,0012 (m^3 / s)$$

- Tổng tiết diện ống xả.

Chọn vận tốc nước qua lỗ $v_x = 1,5 (m/s)$.

$$S_x = \frac{Q_x}{v_x} = \frac{0,0012}{1,5} = 0,0008 (m^2)$$

- Đường kính ống xả.

$$D_x = \sqrt{\frac{4 \times S_x}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0008}{3,14}} = 0,032 (m)$$

→ Chọn ống xả có đường kính $D_x = 35 (mm)$.

- Độ dốc đáy bể chọn $i = 0,02$.

- **Hệ thống thu nước bề mặt.**

- Tiết diện ống thu.

Chọn

- Tiết diện ống thu lớn hơn lưu lượng tính toán từ $20 \div 30\% \rightarrow$ chọn tiết diện ống thu lớn hơn lưu lượng tính toán 20%.

- Vận tốc nước chảy qua ống thu v_o theo quy phạm $0,6 \div 0,8 m/s$

→ $v_o = 0,6 (m/s)$.

$$S_o = \frac{S \times 20}{100} + S = \frac{0,0174 \times 20}{100} + 0,0174 = 0,021 (m^2)$$

- Đường kính ống thu.

$$D_o = \sqrt{\frac{4 \times S_o}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,021}{3,14}} = 0,164 (m) = 164 (mm)$$

→ Chọn $D_o = 200 (mm)$.

- **Các thông số của bể.**

- Chiều dài bể.

$$L_b = L + L_{pp} = 14 + 1 = 15 (m)$$

Với

- L_l : chiều dài vùng lắng, $L_l = 14 (m)$

- L_{pp} : chiều dài từ đầu bể đến vách phân phối.

- Chiều cao bể: $H = 3 (m)$.

- Chiều rộng bể: $B = 4 (m)$.

2.2.5. Xử lý bằng phương pháp lọc

2.2.5.1. Nguyên lý của quá trình lọc

2.2.5.1.1. Khái niệm

Lọc là quá trình tách các chất lắng lơ lửng ra khỏi nước khi hỗn hợp nước và chất rắn lơ lửng đi qua lớp vật liệu lỗ (lớp vật liệu lọc), chất rắn lơ lửng sẽ được giữ lại và nước tiếp tục chảy qua.

Đây là giai đoạn (công trình) cuối cùng để làm trong nước.

2.2.5.1.2. Phân loại bể lọc

- Theo tốc độ:
 - ✓ Bể lọc chậm: có tốc độ lọc 0.1 –0.5 m/h
 - ✓ Bể lọc nhanh: vận tốc lọc 5 –15 m/h
 - ✓ Bể lọc cao tốc: vận tốc lọc 36 –100 m/h
- Theo chế độ làm việc:
 - ✓ Bể lọc trọng lực: hở, không áp.
 - ✓ Bể lọc có áp lực : lọc kín,...

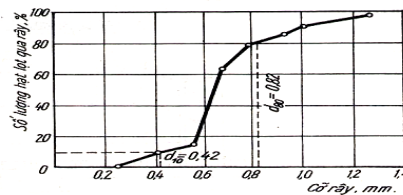
Ngoài ra còn chia theo nhiều cách khác nhau theo chiều dòng chảy, lớp vật liệu lọc, theo cỡ hạt vật liệu lọc, cấu tạo hạt vật liệu lọc,...

2.2.3.1.3. Vật liệu lọc

- ✓ Cát thạch anh nghiền.
- ✓ Than antraxit (than gầy)
- ✓ Sỏi, đá...
- ✓ Polime...

Để xác định vật liệu lọc phải dựa vào một số chỉ tiêu:

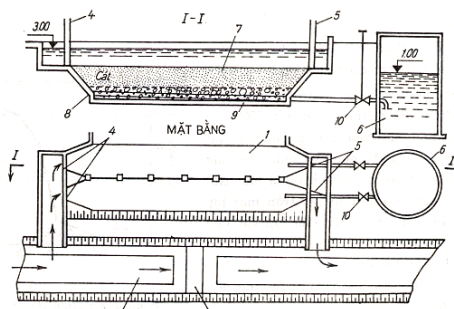
- Độ bền cơ học
- Độ bền hoá học: tránh tính xâm thực.
- Kích thước hạt
- Hình dạng hạt.
- Hệ số không đồng nhất: $K = d_{80}/d_{10}$ (Trong đó: d_{80} , d_{10} : kích thước cỡ hạt sàng để lọt qua 80%, 10% tổng số hạt).



Biểu đồ thành phần vật liệu lọc qua sàng

2.2.5.2. Tính toán các loại bể lọc

2.2.5.2.1. Bể lọc



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

Sơ đồ và nguyên tắc làm việc của bể lọc chậm

- Nước từ máng phân phối đi vào bể, qua lọc (nhỏ hơn 0.1 –0.5 m/h). lớp cát lọc trên lớp sỏi đỡ, dưới lớp sỏi là hệ thống thu nước đã lọc.
- Lớp cát lọc : thạch anh có chiều dày phụ thuộc vào cỡ hạt:
 - 0.3 –1 mm => h = 800 mm
 - 1 –2 mm => h = 50 mm
- Ngoài ra còn dùng sỏi hoặc đá dăm:
 - 2 –20 mm => h = 100 mm
 - 20 – 40 mm => h = 150 mm

Tóm lại: có 6 lớp:

Chiều cao lớp vật liệu lọc (mm)	Tên vật liệu lọc	Kích thước vật liệu lọc (mm)
800	Cát thạch anh	0.3 –1
50	Cát thạch anh	1 –2
100	Sỏi đá hoặc dăm	2 –5
100	Sỏi hoặc đá dăm	5 –10
100	Sỏi hoặc đá dăm	10 –20
100	Sỏi hoặc đá dăm	20 -40

- Lớp nước trên lớp cát : 1.5 m
 - Ưu điểm :
 - Tạo lớp màng giúp lọc tốt.
 - Dùng xử lý nước không phèn
 - Không dùng máy móc.
 - Quản lý đơn giản
 - Nhược điểm:
 - Diện tích lớn
 - Vận tốc lọc thấp
- Bể lọc chậm sử dụng với công suất nhỏ hơn hoặc bằng 1000 m³/ngày đêm; SS nhỏ hơn hoặc bằng 50 mg/l; M < 50°
- Bể lọc chậm có dạng hình vuông, n ≥ 2; i ≥ 5%

TÍNH TOÁN

1. Diện tích bề mặt bể lọc chậm:

$$F = Q / v \text{ (m}^2\text{)}$$

- Q : lưu lượng nước xử lý (m³/h)
- V : vận tốc lọc phụ thuộc vào SS vào bể:
 - SS ≤ 25 mg/l → v = 0.3 –0.4 m/h
 - SS ≥ 25 mg/l → v = 0.2 –0.3 m/h
 - Nước ngầm → v = 0.5 m/h

2. Số bể lọc được xác định theo phương trình sau:

Trong đó: V_{tc} : vận tốc làm việc của bể khi có một ngăn ngừng hoạt động. (Tốc độ lọc tăng cường phụ thuộc vào SS)

$$\left(\frac{N}{N - 1} \right) v \leq v_{tc}$$

- SS ≤ 25 mg/l : v_{tc} = 0.4 –0.5 m/h
- SS ≥ 25 mg/l : v_{tc} = 0.3 –0.4 m/h
- Xử lý nước ngầm : v_{tc} = 0.6 m/h

3. Chiều cao:

$$H = h_t + h_d + h_n + h_c + h_p$$

- h_f : chiều dày lớp sân đáy thu nước lọc 0.6- 0.5 m
- h_d : chiều dày lớp sỏi đỡ 0.45 m
- h_c : chiều cao lớp cát lọc 0.85 m
- h_n : chiều cao lớp nước (0.8 –1.8 m)
- h_p : chiều cao dự phòng (0.3 –0.5m)

4. Cường độ rửa lọc:

$$1 \leq q_r = \frac{q_o \sum n}{3.6} \leq 2 \quad (l/s.m^2)$$

- q_o : lượng nước lọc qua 1 m² bể trong 1 giờ (m³/m².h). ($q_o = Q/F$)
- $\sum n$: tổng số ngăn tập trung.

5. Dung tích nước cho một lần rửa một ngăn:

$$W_r = \frac{q_r \cdot f_n \cdot t_n}{1000} \quad (m^3)$$

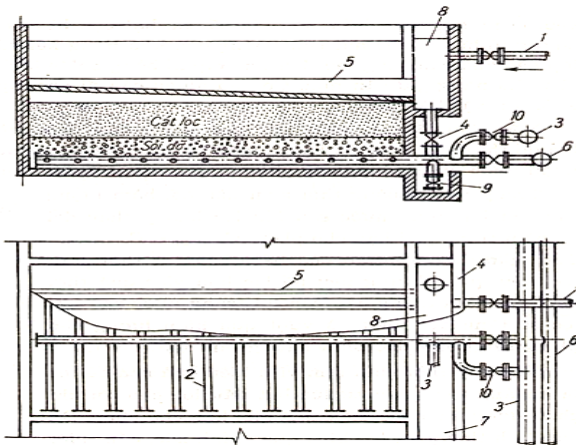
- f_n : diện tích 1 ngăn

$$f_n = \frac{b.l}{n} \quad (m^2)$$

(b, l : chiều rộng và chiều dài của một ngăn)

6. Thời gian rửa: 10 – 20 phút.

2.2.5.2.2. Bể lọc nhanh



Hình : 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

Nguyên tắc hoạt động

Nước lọc từ bể lắng ngang, 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.

TÍNH TOÁN:

- Bể lọc phải tính theo hai chế độ làm việc, chế độ bình thường và tăng cường.
- Khi $n \leq 20$ bể → dự trù một bể $n \geq 20$ bể → dự trù 2 bể

1. Tốc độ lọc : Phụ thuộc đường kính hạt.

- a. Bể lọc 1 lớp lọc : (cát thạch anh)

d_{td}	Hệ số không đồng nhất K	$h_{lọc}$	v_{tb}	$V_{tc}(m/h)$
0.7 – 0.8	2 – 2.2	700 – 800	5.5 – 6	6 – 7.5
8 – 1.0	1.8 – 2	1200 – 1300	7.0 – 8	8 – 10
1 – 1.2	1.5 – 1.7	1800 – 2000	8 – 10	10 – 12

b. Bể lọc cát hai lớp (cát thạch anh và antraxit)

d_{td}	Hệ số không đồng nhất K	$h_{lọc}$	v_{tb}	$V_{tc}(m/h)$
7.0 – 8.0	2 – 2.2	700 – 800	8 – 10	10 – 12
1 – 1.2	2 – 2.2	400 – 500		

2. Thời gian của một chu kỳ lọc ở chế độ tăng cường $T_{tc} (N \geq 20)$

$$T_{tc} \geq [N - (N_1 + a)] \cdot t_2$$

- N: số bể lọc
- N_1 : số bể ngừng để sửa chữa
- a: số bể lọc rửa đồng thời
- t_2 : thời gian ngừng bể lọc để rửa: ($t_2 = 0.35$ giờ)

3. Diện tích trạm xử lý:

$$F = \frac{Q}{T \cdot v_{tb} - 3,6 \cdot W \cdot t_1 - a \cdot t_2 \cdot v_{tb}} \quad (m^2)$$

- T: thời gian làm việc của trạm /ngày (h)
- a: số lần rửa 1 bể / ngày đêm
- t_1 : thời gian rửa lọc (h) (3 – 7 phút)
- W: cường độ nước rửa lọc (l/s.m²)

4. Số lượng bể lọc cần thiết:

$$N = 0.5 (F)^{0.5}$$

5. Tốc độ lọc tăng cường:

$$v_{tb} = v_{bt} \frac{N}{N-1} \quad (1)$$

+ v_{tc} theo (1) $\leq v_{tc}$ cho theo bảng

6. Chiều cao bể lọc:

$$H = h_d + h_v + h_n + h_p \quad (m)$$

- h_d : chiều cao lớp đỡ: (phụ thuộc vào cỡ hạt 50 – 100mm)
- h_v : chiều dày lớp vật liệu lọc
 - 1 lớp: 700 – 2000 mm
 - 2 lớp: 1100 – 1300 mm
- h_n : chiều cao lớp nước trên lớp vật liệu lọc (m) (2 m)
- h_p : chiều cao dự phòng (m) (≥ 0.3 m)

7. Lượng nước rửa lọc cần thiết:

$$Q_r = \frac{f \cdot W}{1000} \quad (m^3 / h)$$

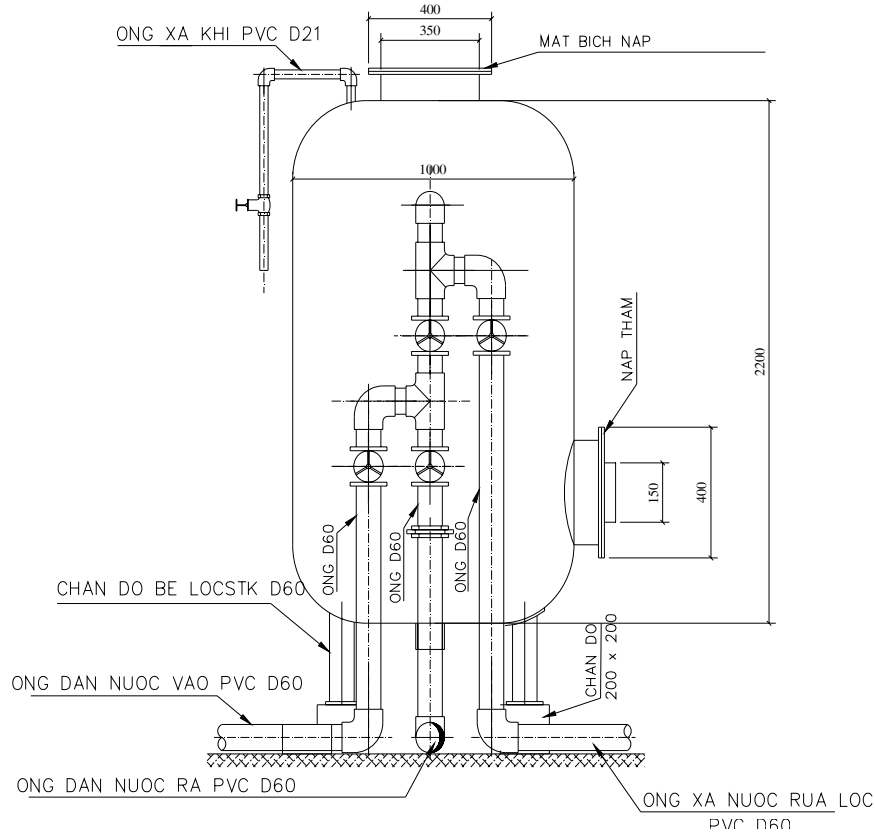
f: diện tích bể lọc $f = F/N$
 W: cường độ nước rửa lọc.

8. có Q_r → chọn đường kính tính phân phối → số ống ...

Xác định tổng diện tích lỗ, ω trên cơ sở tiết diện ngang của ống: $\omega = (30 - 40\%)\Omega$

Chọn đường kính lỗ ống nhánh → số lỗ ống nhánh .

2.2.5.2.3. Bể lọc áp lực



Bể lọc áp lực là một loại bể lọc khép kín, thường được chế tạo bằng thép có dạng hình trụ đứng và hình trụ ngang.

Bể lọc áp lực được sử dụng trong dây chuyền xử lý nước thải (cuối dây chuyền công nghệ). Do bể làm việc dưới áp lực, nên nước cần xử lý được đưa vào trực tiếp từ trạm bơm vào bể, rồi đưa trực tiếp vào nguồn tiếp nhận.

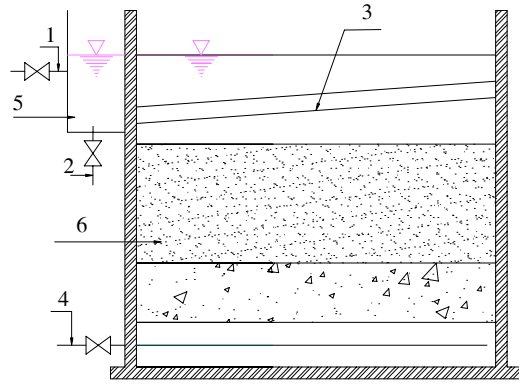
Cấu tạo: giống bể lọc nhanh

Nguyên tắc làm việc: Nước 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 vào nguồn tiếp nhận.

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 ống thu nước rửa lọc

Ví dụ áp dụng: Tính bể lọc chậm cho công trình xử lý nước công suất 90m³/ngày

Bể lọc có cấu tạo như hình, bao gồm



1. Ống dẫn nước từ bể lắng
2. Ống xả nước rửa lọc
3. Máng phân phối nước lọc và thu nước rửa lọc
4. Ống dẫn nước rửa lọc
5. Máng tập trung nước
6. vật liệu lọc

a. Tính toán kích thước bể lọc chậm

Theo kết quả thí nghiệm, vận tốc nước trong bể lọc chậm lấy bằng $v_{lọc} = 0.64m/h$

- Diện tích mặt cắt ngang của bể

$$F = \frac{Q}{v_l}$$

Trong đó: Q : lưu lượng nước xử lý, $Q = 3.75 m^3/h$

v_l : tốc độ lọc, $v_l = 0.64m/h$

$$F = \frac{Q}{v_l} = \frac{3.75}{0.64} = 5.86(m^2)$$

Chọn bể hình chữ nhật có kích thước $L \times B = 2.5m \times 2.4m = 6m^2$.

Vật liệu lọc là đá, sỏi, cát thạch anh, than hoạt tính.

- Chiều cao lớp vật liệu lọc

Cát có $d = 1-2mm$, chiều cao $h_c = 40cm$.

Sỏi có $d = 1-2mm$, chiều cao $h_s = 20cm$.

Đá có $d = 1-2mm$, chiều cao $h_d = 20cm$.

Than có chiều cao $h_{th} = 20cm$.

Vậy chiều cao tổng cộng của lớp vật liệu:

$$H_{vl} = 100cm = 1.0m$$

- Chiều cao lớp sàn đáy thu nước lọc, $h_d = 0.3m$
- Chiều cao lớp nước phía trên ($0.8 \div 1.8m$), chọn $h_n = 0.8m$
- Chiều cao bảo vệ ($0.3 \div 0.5m$), chọn $h_{bv} = 0.3m$

Vậy chiều cao tổng cộng của bể lọc

$$H = h_{vl} + h_d + h_n + h_{bv} = 1 + 0.3 + 0.8 + 0.3 = 2.4 m$$

b. Tính toán hệ thống phân phối nước rửa lọc

Đối với bể lọc hai lớp thì cát và than rất dễ xáo trộn lẫn nhau do đó chỉ dùng biện pháp rửa bằng nước thuần túy.

Cường độ rửa lọc: $W_r = 15 l/sm^2$

Thời gian rửa lọc: $t_r = 6$ phút

Chu kỳ rửa lọc: $T = 45h$

- Lưu lượng nước rửa lọc

$$Q_r = \frac{F * W_r}{1000} = \frac{5.86 * 15}{1000} = 0.0879(m^3 / s) \approx 88(l / s)$$

Với: F : diện tích một bể lọc

W_r : cường độ rửa lọc

Chọn đường kính ống chính $d_c = 300mm$ bằng thép thì tốc độ nước chảy trong ống chính là $v_c = 1.25m/s$ (nằm trong giới hạn cho phép $\leq 2m/s$).

Với đường kính ống chính là $300mm$ thì tiết diện ngang ống chính là:

$$f_c = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 * 0.3^2}{4} = 0.07(m^2)$$

□ Chọn khoảng cách giữa các ống nhánh là $0.25m$ (quy phạm cho phép $0.25 \div 0.3m$) thì số ống nhánh của bể lọc là:

$$n = \frac{B}{0.25} * 2 = \frac{2.4}{0.25} * 2 = 19.2 \text{ (ống)}$$

Chọn $n = 20$ ống

□ Lưu lượng nước rửa lọc chảy trong mỗi ống nhánh

$$q_{nh} = \frac{88}{20} = 4.4(l / s)$$

Chọn đường kính ống nhánh $d_{nh} = 55mm = 0.055m$ bằng thép thì tốc độ nước chảy trong ống nhánh $v_{nh} = 1.85m/s$ (nằm trong giới hạn cho phép $1.8 \div 2m/s$).

□ 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

$$\sum f_{l\ddot{o}} = 0.35 * 0.07 = 0.0245 (m^2)$$

Chọn lỗ có đường kính $10mm$ (quy phạm $10 \div 12mm$), diện tích một lỗ sẽ là

$$f_{l\ddot{o}} = \frac{3.14 * 0.01^2}{4} = 7.85.10^{-5} (m^2)$$

□ Tổng số lỗ

$$n_0 = \frac{\sum f_{l\ddot{o}}}{f_{l\ddot{o}}} = \frac{0.0245}{7.85.10^{-5}} = 312 \text{ (lỗ)}$$

Số lỗ trên mỗi ống nhánh = $\frac{312}{20} = 15.6$ (lỗ), chọn 16 lỗ.

Trên mỗi ống nhánh, các lỗ xếp thành hai hàng so le nhau, hướng xuống phía dưới và nghiêng một góc 45^0 so với mặt phẳng nằm ngang. Số lỗ trên mỗi hàng của ống nhánh là 8 lỗ.

c. Tính toán máng thu nước rửa lọc

Bể lọc có chiều dài $2.5m$, bố trí 2 máng thu nước rửa lọc có đáy hình tam giác.

Khoảng cách giữa các máng $d = 2.5/2 = 1.25m$.

□ Lưu lượng nước rửa thu vào mỗi máng

$$q_m = W_r * d * l (l/s)$$

trong đó: W_r : cường độ rửa lọc, $W_r = 15 l/sm^2$

d : khoảng cách giữa các tâm máng, $d = 1.25m$.

l : chiều dài của máng, $l = 1.9m$

$$q_m = 15 * 1.25 * 1.9 = 35.625(l/s) = 0.035625 (m^3/s)$$

□ Chiều rộng máng thu nước rửa lọc

$$B_m = K \sqrt[5]{\frac{q_m^2}{(1.57 + a)^3}} \quad (m)$$

Trong đó: a : tỉ số giữa chiều cao phần chữ nhật (h_{CN}) với nửa chiều rộng của máng, lấy $a = 1.1$ (quy phạm $a = 1 \div 1.5$).

K : hệ số đối với tiết diện máng hình tam giác, $K = 2.1$

$$\Rightarrow B_m = 2.1 \sqrt[5]{\frac{0.035625^2}{(1.57 + 1.1)^3}} = 0.307(m)$$

$$a = \frac{h_{CN}}{B_m/2} \Rightarrow h_{CN} = \frac{B_m * a}{2} = \frac{0.307 * 1.1}{2} = 0.16885(m)$$

Vậy chiều cao phần máng chữ nhật là: $h_{CN} = 0.16885m$.

Lấy chiều cao phần đáy tam giác là $h_d = 0.1m$.

Độ dốc đáy máng lấy về phía máng tập trung nước là $i = 0.01$.

Chiều dày thành máng lấy là $\delta_m = 0.06m$.

Vậy chiều cao toàn phần của máng thu nước rửa là

$$H_m = h_{CN} + h_d + \delta_m = 0.16885 + 0.1 + 0.06 = 0.3289m$$

□ Khoảng cách từ bề mặt lớp vật liệu lọc đến mép trên của máng nước xác định theo công thức

$$\Delta H_m = \frac{L * e}{100} + 0.25(m)$$

Trong đó: L : chiều dày lớp vật liệu lọc, $L = 0.6m$.

e : độ giãn nở tương đối của lớp vật liệu lọc, lấy theo bảng (4-5) (sách Xử lý nước cấp), $e = 50\%$

$$\Delta H_m = \frac{0.6 * 50\%}{100} + 0.25 = 0.253(m)$$

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 $0.07m$.

Chiều cao toàn phần của máng thu nước rửa là $H_m = 0.3289m$, vì máng dốc về phía máng tập trung $i = 0.01$, máng dài $2.4m$ nên chiều cao máng ở phía máng tập trung là: $0.3289 + 0.024 = 0.353m$.

$$Vậy \Delta H_m = 0.353 + 0.07 = 0.423(m)$$

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

$$h_m = 1.75 \sqrt[3]{\frac{q_M^2}{g * A^2}} + 0.2(m)$$

Trong đó: q_M : lưu lượng nước chảy vào máng tập trung nước, $q_M = 0.088 \text{ m}^3/s$.

A : chiều rộng của máng tập trung, chọn $A = 0.5m$.

g : gia tốc trọng trường, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$$\Rightarrow h_m = 1.75 \sqrt[3]{\frac{0.088^2}{9.81 * 0.5^2}} + 0.2 = 0.457(m)$$

d. Tính tổn thất khi rửa bể lọc

□ Tổn thất áp lực trong hệ thống phân phối bằng giàn ống khoan lỗ

$$h_p = \xi \frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_n^2}{2g} (m)$$

Với: v_0 : tốc độ nước chảy ở đầu ống chính, $v_0 = 1.25m/s$.

v_n : tốc độ nước chảy ở đầu ống nhánh, $v_n = 1.85m/s$.

g : gia tốc trọng trường, $g = 9.81m/s^2$.

ξ : hệ số sức cản

$$\xi = \frac{2.2}{kW^2} + 1$$

kW : tỉ số giữa tổng diện tích các lỗ trên ống hoặc máng và diện tích tiết diện ngang của ống hoặc máng chính, $kW = 0.35$.

$$\xi = \frac{2.2}{0.35^2} + 1 = 18.96$$

$$\Rightarrow h_p = 18.96 \frac{1.25^2}{2 * 9.81} + \frac{1.85^2}{2 * 9.81} = 1.68(m)$$

□ Tổng thất áp lực qua lớp sỏi đỡ

$$h_d = 0.22 * L_s * W_r (m)$$

Trong đó: L_s : chiều dày lớp sỏi đỡ, $L_s = 0.4m$.

W_r : cường độ rửa lọc, $W_r = 15l/sm^2$.

$$h_d = 0.22 * 0.4 * 15 = 1.32(m)$$

□ Tổng thất áp lực qua lớp vật liệu lọc

$$h_{VL} = (a + aW_r) * L * e(m)$$

Với kích thước hạt $d = 1mm$, $a = 0.76$ và $b = 0.017$

$$h_{VL} = (0.76 + 0.017 * 15) * 0.6 * 50\% = 0.3(m)$$

□ Tổng thất áp lực trong nội bộ bể

$$h_{\Sigma} = h_p + h_d + h_{VL} = 1.68 + 1.32 + 0.3 = 3.3(m)$$

Thông số thiết kế bể lọc chậm

STT	Tên thông số	Số liệu dùng để thiết kế	Đơn vị
1	Chiều cao bể tổng cộng	2.4	m
2	Kích thước bể lọc	$L*B=2.5*1.9$	m^2
3	Đường kính ống phân phối nước	0.05	m
4	Số máng thu nước rửa lọc	2	máng
5	Số ống phân phối nước rửa lọc	20	ống
6	Chiều cao máng thu	0.345	m
7	Chiều rộng máng	0.337	m

Ví dụ áp dụng 2: Tính toán bể lọc áp lực cho công trình xử lý nước thải thủy sản công suất $300m^3/ngày$ (thời gian hoạt động của nhà máy là 8 giờ)

Chọn bể lọc áp lực hai lớp than Anthracite và cát thạch anh.

□ Các thông số thiết kế được chọn:

□ Chiều cao lớp cát: $h_1 = 0,3 (m)$. Đường kính hiệu quả của hạt cát $d_e = 0,5 mm$, hệ số đồng nhất $U = 1,6$

- Chiều cao lớp than: $h_2 = 0,5$ (m). Đường kính hiệu quả của hạt cát $d_e = 1,2$ mm, hệ số đồng nhất $U = 1,5$
- Tốc độ lọc $v = 9$ (m/h) và số bể lọc $n = 2$.

Diện tích bề mặt lọc:

$$A = \frac{Q_{tb}^h}{v} = \frac{37,5}{9} = 4,2(m^2)$$

Đường kính bồn lọc áp lực:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{n \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 4,2}{2 \times 3,14}} = 1,6(m)$$

Chọn $D = 1,6$ m

Khoảng cách từ bề mặt vật liệu lọc cho đến miệng phễu thu nước rửa lọc:

$$h = H_{vl} \times e + 0,25 = (0,3 + 0,5) \times 0,5 + 0,25 = 0,65(m)$$

Trong đó:

- H_{vl} : chiều cao lớp vật liệu lọc: bao gồm chiều cao lớp cát và chiều cao lớp cát (m)
- e : độ giãn nở của vật liệu khi rửa: $e = 0,25 - 0,5$, chọn $e = 0,5$

Chiều cao tổng cộng của bồn lọc áp lực

$$H = h + H_{vl} + h_{bv} + h_{thu} = 0,65 + 0,8 + 0,25 + 0,3 = 2$$
 (m)

Trong đó:

- h_{bv} : chiều cao bảo vệ từ máng thu nước đến nắp đáy phía trên (m), $h_{bv} = 0,25$ (m)
- h_{thu} : chiều cao phần thu nước (m), $h_{thu} = 0,3$ (m).

□ **Tính lưu lượng khí:**

Dựa vào bảng 9 – 14 (trang 427 – XLNT công nghiệp và đô thị – Lâm Minh Triết)

Tốc độ rửa nước $v_n = 0,35$ m³/m².phút

Tốc độ rửa khí $v_k = 1$ m³/m².phút

Rửa ngược chia làm 3 giai đoạn

- (1) Rửa khí với $v_k = 1$ m³/m².phút trong 1 – 2 phút
- (2) Rửa khí và nước trong 4 – 5 phút
- (3) Rửa ngược bằng nước trong 4 – 5 phút với $v_n = 0,35$ m³/m².phút.

Lượng nước rửa lọc cần thiết cho 1 bồn lọc/1 lần rửa:

$$W_n = A \times v_n \times t = \frac{4,2}{2} \times 0,35 \times 10 = 7,35(m^3 / be)$$

Lưu lượng bơm nước rửa ngược:

$$Q_n = A \times v_n = \frac{4,2}{2} \times 0,35 \times 60(phut / h) = 44,1(m^3 / h)$$

Lưu lượng máy thổi khí rửa ngược:

$$Q_k = A \times v_k = \frac{4,2}{2} \times 1 = 2,1(m^3 / phut) = 126(m^3 / h)$$

Tính tổn thất áp lực qua lớp vật liệu lọc;

$$h = \frac{1}{c} \times \frac{60}{1,8 \times T^o + 42} \times \frac{L}{d_e^2} \times v_h$$

Trong đó:

- C : hệ số nén ép, $C = 600 - 1200$, chọn $C = 1000$
- T_o : nhiệt độ nước (oC)
- d_e : đường kính hiệu quả (mm)
- v_h : tốc độ lọc (m/ngày)
- L : chiều dày lớp vật liệu lọc (m)

Đối với lớp cát:

$$h_c = \frac{1}{1000} \times \frac{60}{1,8 \times 25 + 42} \times \frac{0,3}{0,5^2} \times 9 \times \frac{24(h)}{1ngay} = 0,18(m / ngày)$$

Đối với lớp than:

$$h_{th} = \frac{1}{1000} \times \frac{60}{1,8 \times 25 + 42} \times \frac{0,5}{1,2^2} \times 9 \times \frac{24(h)}{1ngay} = 0,052(m / ngày)$$

Tổng thất qua 2 lớp vật liệu lọc:

$$h_{tt} = h_c + h_{th} = 0,18 + 0,052 = 0,232 (m/ngày)$$

Sau bể lọc áp lực hàm lượng cặn lơ lửng SS còn lại khoảng 7 mg/l, tương ứng BOD_5 của cặn lơ lửng:

$$BOD_{5ll} = SS_{sau} \times 0,65 \times 1,42 \times 0,72 = 4,6(mg / l)$$

Lượng BOD_5 sau bể lọc áp lực:

$$BOD_{5sau} = BOD_{5ht} + BOD_{5ll} = 18,37 + 4,6 = 22,97(mg / l)$$

2.3. Bể điều hòa

2.3.1. Bể điều hoà lưu lượng và chất lượng

- ✓ Đặt sau bể lắng cát, trước bể lắng đợt 1
- ✓ Bể điều hoà có nhiệm vụ điều hoà lưu lượng và chất lượng nước thải.
- ✓ Trong bể có hệ thống khuấy trộn để đảm bảo hoà tan và san đều nồng độ, tránh lắng cặn.
- ✓ Nồng độ chất bẩn sau khi ra khỏi bể điều hoà ở từng thời điểm:

$$\bar{C}_{t+1} = \frac{C_t \cdot q_t \left[1 - e^{-\frac{Q_t}{W_{t+1}}} \right] + \bar{C}_t \cdot Q \cdot e^{-\frac{Q_t}{W_{t+1}}}}{Q}$$

Với:

- Q : lưu lượng TB của nước thải (m^3/h).
- C_t, C_{t+1} : nồng độ bẩn ra khỏi bể ở thời điểm t và $t+1$ (mg/l).
- C_t, q_t : nồng độ và lưu lượng chảy vào bể trong thời gian t ($t = 1h$).
- W_{t+1} : dung tích nước trong bể ở thời điểm $t+1$.

- ✓ Lưu lượng không khí cần: $Q_{kk} = n \cdot q_{kk} \cdot L$

Với:

- n: số bể
- q_k : cường độ thổi khí 2-4m³/mh.
- L: chiều dài ống thổi bằng chiều dài bể (m).

2.3.2. Bể điều hoà chủ yếu làm nhiệm vụ điều hoà lưu lượng

- ✓ Đặt sau SCR, không đòi hỏi có thiết bị khuấy trộn.
- Thể tích: xác định như bể chứa nước sạch.
- Vật liệu: BTCT.

Ví dụ áp dụng: Tính bể điều hoà lưu lượng cho công trình xử lý nước thải 4870m³/ngày cho một thị trấn

Giải:

Thể tích tích lũy bể điều hoà được xác định dựa vào thể tích tích lũy vào bể qua các giờ và thể tích tích lũy bơm đi qua từng giờ với lưu lượng bơm bằng lưu lượng trung bình giờ.

Thể tích tích lũy dòng vào giờ thứ I được xác định:

$$V_{v(i)} = V_{v(i-1)} + Q_i$$

Trong đó:

$V_{v(i-1)}$ – Thể tích tích lũy dòng vào của giờ trước đó, m³;

Q_i – Lưu lượng nước thải của giờ đang xét, m³/h;

Thể tích tích lũy bơm đi của giờ thứ i:

$$V_{b(i)} = V_{b(i-1)} + Q_{b(i)}$$

Trong đó:

$V_{b(i-1)}$ – Thể tích tích lũy bơm đi của giờ trước đó

$Q_{b(i)}$ – Lưu lượng bơm của giờ đang xét, m³/h;

Kết quả tính toán được thể hiện qua bảng sau:

Các giờ	Q (m ³ /h)	Thể tích tích lũy vào bể (A), m ³	Thể tích tích lũy bơm đi (B), m ³	Hiệu số thể tích (A) – (B), m ³
0 – 1	92,8583	92,8583	232,629	139,771
1 – 2	92,8583	185,7166	465,258	279,541
2 – 3	92,8583	278,5749	697,887	419,312
3 – 4	92,8583	371,4332	930,516	559,083
4 – 5	106,5995	478,0327	1.163,145	685,112
5 – 6	155,3055	633,3382	1.395,774	762,436
6 – 7	322,233	955,5712	1.628,403	672,832
7 – 8	243,4358	1.199,007	1.861,032	662,025
8 – 9	337,611	1.536,618	2.093,1661	557,043
9 – 10	337,611	1.874,229	2.326,29	452,061
10 – 11	337,611	2211,84	2.558,919	347,079
11 – 12	333,1242	2.544,964	2.791,548	246,584
12 – 13	289,4175	2.834.382	3.024.,177	189,795
13 – 14	258,127	3.092,509	3.256.,806	164,297
14 – 15	277,855	3.370,364	3.489,435	119,071
15 – 16	281,78	3.652,144	3.722,064	69,9203
16 – 17	321,1845	3.973,328	3.954,693	-18,6352
17 – 18	393,0155	4.366,344	4.187,322	-179,0217
18 – 19	335,6735	4.702,017	4.419,951	-282,0662
19 – 20	277,53	4.979,547	4.652,58	-326,9672

20 – 21	239,302	5.218,849	4.885,209	-333.6402
21 – 22	155,2305	5.374,08	5.117,838	-256,2417
22 – 23	115,162	5.489,242	5.350,467	-138,7747
23 – 24	93,8583	5.583,1	5.583,1	0

Thể tích lý thuyết bể điều hoà bằng hiệu đại số giá trị dương lớn nhất và giá trị âm nhỏ nhất của cột hiệu số thể tích tích lũy:

$$V_{dh(tl)} = (762,436) - (-333,6402) = 1.096,076 \text{ (m}^3\text{)}$$

Thể tích thực tế của bể điều hoà:

$$V_{dh(tt)} = (1,1 \div 1,2) * V_{dh(tl)}$$

$$V_{dh(tt)} = 1,1 * 1.096,076 = 1.206 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Chọn chiều cao của bể là $h = 4 \text{ (m)}$
- Diện tích của bể :

$$F = \frac{W}{h} = \frac{1.206}{4} = 301,5 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Chọn kích thước bể điều hoà là : $L \times B = 20\text{m} \times 15\text{m}$
- Chiều cao xây dựng của điều hoà:
 $H = h + 0,5 = 4 + 0,5 = 4,5 \text{ (m)}$
Với 0,5 là chiều cao an toàn.

- Vậy thể tích xây dựng bể điều hoà:

$$W = L * B * H = 20 * 15 * 4 = 1.200 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Lưu lượng khí cần cung cấp cho bể điều hoà:

Để tránh hiện tượng lắng cặn và ngăn chặn mùi trong bể điều hoà cần cung cấp một lượng khí thường xuyên.

$$Q_{kk} = q_{kk} * W = 0,013 * 1.200 = 15,6 \text{ (m}^3\text{/phút)}$$

Với q_{kk} – Lượng khí cần thiết để xáo trộn, $q_{kk} = 0,01 \div 0,015 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{phút}$, chọn $q_{kk} = 0,013 \text{ m}^3/\text{phút}$, (Nguồn: Tinh toán thiết kế các công trình xử lý nước thải – Trịnh Xuân Lai, 2000) ;

Không khí được phân phối qua hệ thống ống châm lỗ với đường kính 4 mm, khoảng cách giữa các tâm lỗ là 150 mm. Khi đó, số lỗ phân phối trên mỗi ống nhánh là:

$$n_{lo} = \frac{L}{0,15} - 1 = \frac{20}{0,15} - 1 = 132 \text{ (lỗ)}$$

Với diện tích đáy bể là $20 \text{ m} \times 15 \text{ m}$, ta cho các ống sục khí đặt dọc theo chiều dài bể, các ống được đặt trên các giá đỡ ở độ cao 20 cm so với đáy bể.

Khoảng cách giữa các ống nhánh là 1,5 m, các ống cách tường là 0,75 m. Khi đó, số ống nhánh được phân bố (n ống) là:

$$n = \frac{B - 2 * 0,75}{1,5} + 1 = \frac{15 - 2 * 0,75}{1,5} + 1 = 10$$

Vận tốc khí ra khỏi lỗ thường từ $5 \div 20 \text{ m/s}$, chọn $v_{lo} = 15 \text{ m/s}$.

- Lưu lượng khí đi qua từng ống nhánh:

$$q_{kn} = \frac{Q_{kk}}{10} = \frac{15,6}{10} = 1,56 \text{ (m}^3\text{/phút)}$$

- Lưu lượng khí đi qua các lỗ sục khí:

$$q_{kt/b} = \frac{q_{kn}}{132} = \frac{1,56}{132} = 0,012 \text{ (m}^3\text{/phút)}$$

- Khi đó đường kính lỗ :

$$d = \sqrt{\frac{4 * 0,012}{\pi * 15 * 60}} = 4 \quad (mm)$$

- Chọn đường kính của ống nhánh là 65 mm. Khi đó, vận tốc khí trong ống nhánh là:

$$v_n = \frac{q_{kn} * 4}{\pi * d_n^2} = \frac{1,56 * 4}{\pi * 0,065^2} = 470 \quad (m/phút)$$

- Chọn đường kính ống chính là 170 mm, khi đó vận tốc khí trong ống chính là:

$$v_c = \frac{4 * Q_{kk}}{\pi * d_c^2} = \frac{4 * 15,6}{\pi * 0,17^2} = 688 \quad (m/phút)$$

- Áp lực cần thiết cho hệ thống khí nén:

$$H_c = h_d + h_f + h_c + H$$

Trong đó:

* h_d - Tổn thất áp lực theo chiều dài trên đường ống dẫn, m;

* h_c - Tổn thất qua thiết bị phân phối, m;

Tổn thất h_d, h_c không vượt quá 0.4 m.

* h_f - Tổn thất cục bộ của ống phân phối khí, m;

Tổn thất h_f không vượt quá 0.5 m.

- Vậy áp lực tổng cộng là:

$$H_c = 0,4 + 0,5 + 4 = 4,9 \quad (m)$$

- Áp lực khí nén:

$$p = \frac{10,33 + H_c}{10,33} = \frac{10,33 + 4,9}{10,33} = 1,47 \text{amt}$$

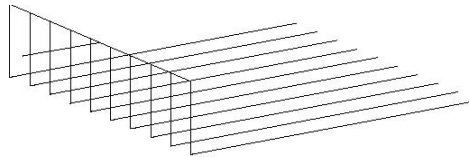
- Công suất máy nén:

$$N = \frac{34.400 * (p^{0,29} - 1) * q}{102 * \eta} = \frac{34.400 * (1,47^{0,29} - 1) * 32,76}{102 * 0,7 * 60} = 31,1 \quad kw$$

Trong đó:

* q - Lưu lượng không khí cần cung cấp, $q = 32,76 \text{ m}^3/\text{phút} = 0,546 \text{ m}^3/\text{s}$;

* η - Hiệu suất của máy bơm, $\eta = 0,7$;



Sơ đồ hệ thống sục khí bể điều hòa

Các thông số thiết kế bể điều hòa

STT	Tên thông số	Số liệu dùng thiết kế	Đơn vị
1	Chiều dài bể điều hòa (L)	20	m
2	Chiều rộng bể điều hòa (B)	15	m
3	Chiều cao bể (H)	4,5	m
4	Số ống nhánh phân phối khí	10	ống
5	Đường kính ống nhánh	65	mm
6	Số lỗ phân phối trên 1 ống nhánh	132	lỗ
7	Đường kính ống chính	170	mm

Ví dụ áp dụng 2: Tính toán thiết kế bể điều hòa cho công trình xử lý nước thải nhà máy cao su công suất $12,5 \text{ m}^3/\text{giờ}$

- Thể tích bể điều hòa:

$$V = Q_{\max}^h * t = 12,5 * 5 = 62,5 (m^3)$$

Trong đó: t : Thời gian lưu nước thải trong bể điều hòa, chọn $t = 5h$

- **Kích thước bể điều hòa:**

Chọn bể hình chữ nhật.

Chiều dài bể: Chọn $D = 6m$

Chiều rộng bể: Chọn $B = 4m$

$$\text{Chiều cao bể: } H = \frac{V}{B * D} = \frac{62,5}{6 * 4} = 2,6 (m)$$

Chọn chiều cao bảo vệ của bể là $H_{bv} = 0,4m$

→ chiều cao tổng cộng (chiều cao xây dựng): $2,6 + 0,4 = 3 (m)$

→ Thể tích thực của bể điều hòa: $D \times B \times H = 6 \times 4 \times 3 = 72 (m^3)$

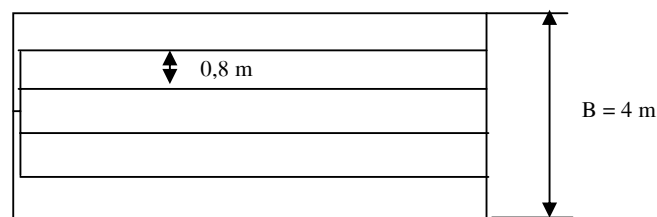
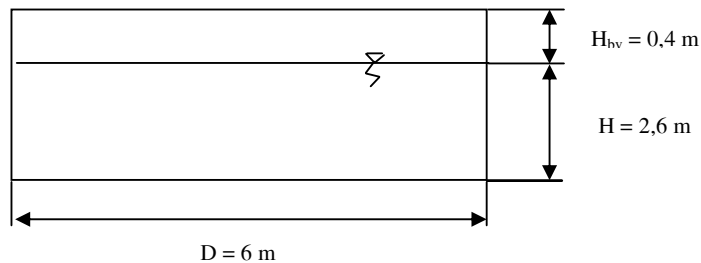
- **Lưu lượng khí cần cung cấp cho bể điều hòa:**

$$= q_{kk} * V = 0,015 * 60 * 62,5 = 56,25 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

Trong đó: q_{kk} : tốc độ cấp khí trong bể điều hòa, $v = 0,01 \div 0,015 m^3/m^3 \cdot \text{phút}$, chọn $q_{kk} = 0,015 m^3/m^3 \cdot \text{phút}$ (Theo Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải -Trịnh Xuân Lai 1999)

V - dung tích bể điều hòa

Chọn hệ thống cấp khí bằng nhựa PVC có đục lỗ, hệ thống gồm 1 ống chính, 4 ống nhánh với chiều dài mỗi ống là 6m, đặt cách nhau 0,8m.



- **Đường kính ống chính dẫn khí vào bể điều hòa:**

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * Q_{kk}}{\pi * V_{\text{ong}} * 3600}} = \sqrt{\frac{4 * 56,25}{3,14 * 10 * 3600}} = 0,0446 (m) \approx 0,045 (m)$$

Chọn $D_c = 0,045m$

Trong đó: V_{ong} : vận tốc khí trong ống, $V_{\text{ong}} = 10 \div 15m/s$,

chọn $V_{\text{ong}} = 10m/s$

- **Đường kính ống nhánh dẫn khí vào bể điều hòa:**

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{ong}}{\pi \cdot V_{ong} \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 14,0625}{3,14 \cdot 10 \cdot 3600}} = 0,0223 \text{ (m)} \approx 0,023 \text{ (m)}$$

Chọn $D_n = 0,023\text{m}$

Trong đó: q_{ong} : lưu lượng khí trong mỗi ống,

$$q_{ong} = \frac{Q_{kk}}{4} = \frac{56,25}{4} = 14,0625 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

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

Chọn $d_{lỗ} = 3 \text{ mm}$

- Vận tốc khí qua lỗ phân phối khí: $V_{lỗ} = 15 - 20 \text{ (m/s)}$

Chọn $V_{lỗ} = 15 \text{ m/s}$

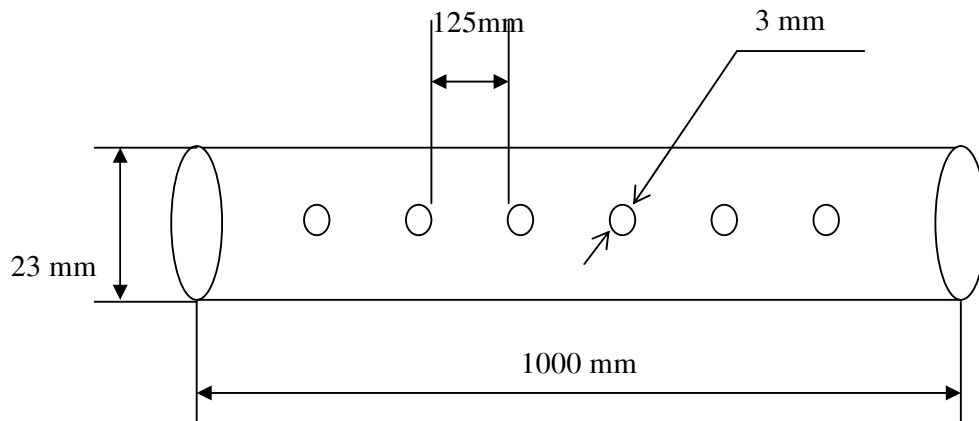
- Lưu lượng khí qua 1 lỗ phân phối khí:

$$q_{lo} = V_{lo} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 3600 = 15 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,003^2}{4} \cdot 3600 = 0,38151 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

- Số lỗ trên 1 ống: $N = \frac{q_{ong}}{q_{lo}} = \frac{14,0625}{0,38151} = 36,86 \text{ lỗ}$

Chọn $N = 36 \text{ lỗ}$

- Số lỗ trên 1 m chiều dài ống: $n = \frac{N}{6} = \frac{36}{6} = 6 \text{ lỗ}$



- Xác định công suất thổi khí:

$$N = \frac{34400 \times (p^{0,29} - 1) \times Q_k}{102 \times \eta} = \frac{34400 \times (1,34^{0,29} - 1) \times 56,25}{102 \times 0,75 \times 3600} = 0,62 \text{ (KW / h)}$$

Công suất bơm: $N_b = 1,2 \cdot N = 1,2 \cdot 0,62 = 0,744 \text{ (Kw/h)}$

1,2: Hệ số an toàn.

Chọn 2 bơm có công suất 1 Kw/h, 1 bơm chạy, 1 bơm nghỉ luân phiên

Trong đó: Q_k : Lưu lượng khí cung cấp. $Q_k = 56,25 \text{ (m}^3/\text{h)}$

η : Hiệu suất máy bơm, chọn $\eta = 75\% = 0,75$

p - áp lực của khí nén

$$p = \frac{(10,33 + H_d)}{10,33} = \frac{10,33 + 3,5}{10,33} = 1,34(atm)$$

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

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

Trong đó:

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

h_c : Tổn thất cục bộ của ống phân phối khí

Tổn thất $h_d + h_c$ không vượt qua 0,4(m), chọn $h_d + h_c = 0,4$

h_f : Tổn thất qua thiết bị phân phối, không vượt quá 0,5(m)

Chọn $h_f = 0,5$ (m)

H : Chiều cao hữu ích. $H = 2,6$ (m)

→ Vậy: $H_d = 0,4 + 0,5 + 2,6 = 3,5$ (m)

Các thông số thiết kế bể điều hòa

STT	Tên thông số	Số liệu dùng thiết kế	Đơn vị
1	Chiều dài bể (L)	6	(m)
2	Chiều rộng bể (B)	4	(m)
3	Chiều cao bể (H)	3	(m)
4	Thời gian lưu nước	5	giờ
5	Công suất máy nén khí	1	KW/h
6	Thể tích xây dựng bể	72	m ³
7	Diện tích xây dựng	24	m ²