

CHƯƠNG 2. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CÁC CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

2.1 SONG CHẮN RÁC (Screen)

2.1.1 Mục đích

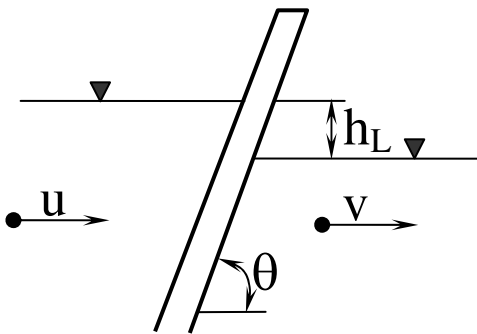
- ☺ Loại CT có kích thước lớn, tránh tắc nghẽn bơm, đường ống, kênh dẫn
- ☞ Bảo đảm an toàn và điều kiện làm việc của toàn hệ thống.

2.1.2 Phân loại SCR

- ① Theo kích thước khe hở: lớn, trung bình, nhỏ;
- ② Theo hình dạng;
- ③ Theo P² làm sạch: thủ công, cơ giới;
- ④ Theo cách cố định hoặc di động bề mặt SCR.

2.1.3 SCR lớn (Coarse Screen-Bar Screen)

●* Tổn Thất Áp Lực Qua SCR



① Tổn thất áp suất qua SCR là hàm số của:

- ☺ Vận tốc dòng chảy trong kênh dẫn (u);
- ☺ Vận tốc dòng qua SCR (v).

$$h_L = \frac{1}{0,7} \times \frac{v^2 - u^2}{2g}$$

Trong đó:

- ☒ h_L : tổn thất áp suất (m).
- ☒ 0,7 : hệ số thử nghiệm tính đến tổn thất áp suất do quá trình chảy rối và xoáy.
- ☒ v : vận tốc dòng chảy qua khe hở giữa các thanh chắn.
- ☒ u : vận tốc của dòng chảy trong kênh dẫn (m/s).
- ☒ g : gia tốc trọng trường (m/s²).

Trong đó:

$$u = v \cdot \frac{\text{Tổng chiều rộng khe}}{\text{Tổng chiều rộng khe + tổng chiều rộng của thanh chắn}}$$

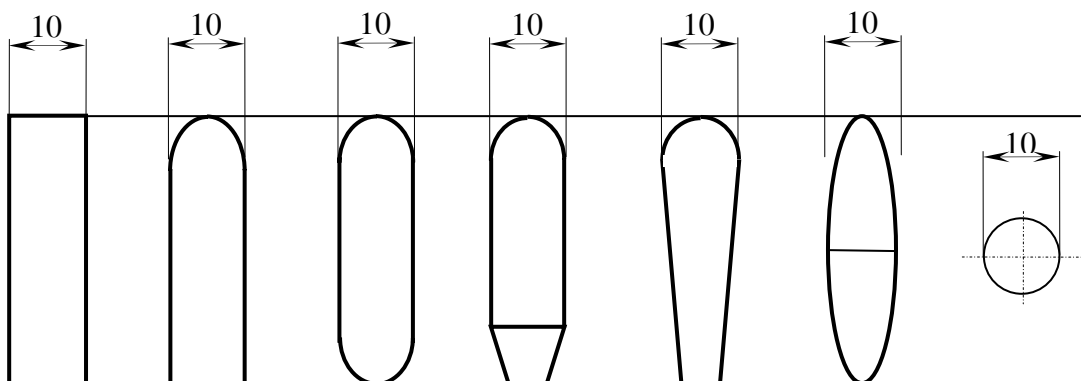
② **Tổn thất áp suất qua SCR là hàm số của**

- ⊗ Vận tốc dòng chảy trong kênh dẫn (u);
- ⊗ Loại thanh chắn (β);
- ⊗ Độ dốc đặt SCR (θ).

$$h_L = \beta \times \left(\frac{W}{b}\right)^{4/3} \times \left(\frac{u^2}{2g}\right) \times \sin\theta$$

Trong đó:

- ☒ h_L : tổn thất áp suất (m);
- ☒ W : chiều rộng lớn nhất của thành chắn (m);
- ☒ b : khe hở nhỏ nhất giữa các thanh chắn (m);
- ☒ u : vận tốc dòng chảy trong kênh dẫn (m/s);
- ☒ θ : góc nghiêng của thanh chắn so với phương ngang;
- ☒ g : gia tốc trọng trường (m/s²);
- ☒ β : hệ số phụ thuộc vào hình dạng của thanh chắn.



$\beta = 2,42$ 1,83 1,67 1,035 0,92 0,76 1,79

- 📖 CHỈ TÍNH h_L ĐỐI VỚI SCR SẠCH !!!
- 📖 KHÔNG THỂ XÁC ĐỊNH h_L KHI SCR ĐÃ BỊ TẮC

③ Trở lực qua SCR đã bị tắc

$$H = \left(\frac{P_0}{P} \right)^2 \times H_0$$

- ☒ H_0 : trở lực đối với SRC sạch;
- ☒ P_0 : phần trăm diện tích khe hở ban đầu;
- ☒ P : phần trăm diện tích khe hở tại thời điểm xác định.

📖 SRC thô: $d_{khe} = 60 - 100$ mm

📖 SCR mịn: $d_{khe} = 10 - 25$ mm

🔴* Tiêu chuẩn thiết kế SRC

- ☒ Vận tốc dòng chảy qua SCR : 0,6 - 1,0 m/s;
- ☒ Vận tốc tối ưu qua SCR : 0,6 m/s;
- ☒ Vận tốc cực đại qua SCR : 0,75-1,0 m/s;
☞ Tránh đẩy rác qua khe hở của SCR.
- ☒ Vận tốc cực tiểu qua SCR : 0,4 m/s;
☞ Tránh quá trình phân hủy các CHC và lắng cặn.
- ☒ Tổn thất áp suất qua SCR:
 - ☺ Hệ thống XLNC : $h_L = 0,05 - 0,15$ m;
 - ☺ Hệ thống XLNT : $h_L = 0,10 - 0,40$ m.
- ☒ Góc nghiêng và tổn thất áp suất cực đại

	Làm sạch	
	Thủ công	Cơ giới
Góc nghiêng θ	45-60 ⁰	75-85 ⁰
Tổn thất áp suất cực đại	80	80

2.1.4 SCR trung bình và nhỏ

SCR CỐ ĐỊNH

☛ * Tổn thất áp suất qua SCR

$$h_L = \frac{1}{C \times 2g} \times \left(\frac{Q}{A} \right)^2$$

- ☛ h_L : tổn thất áp suất (m);
- ☛ C : hệ số lưu lượng qua SCR (= 0,6 đối với song sọc)
- ☛ g : gia tốc trọng trường (m/s^2);
- ☛ Q : lưu lượng nước thải qua SCR (m^3/s);
- ☛ A : diện tích khe hở hiệu quả của phần SCR chìm trong nước.

- ☞ Thiết kế tương tự như SCR lớn;
- ☞ Gồm những tấm thép đục lỗ kích thước khe = 1 - 25 mm^2 ;
- ☞ Thích hợp khi:

- ☺ Xử lý nước cấp, cần tách lượng rác nhỏ;
- ☺ Thường đặt sau SCR lớn.

SCR DI ĐỘNG

♣ Dạng băng chuyền (Belt or band screen)

- ☞ Lưới = kim loại đặt ở nguồn cấp nước;
- ☞ Gồm những tấm thép đục lỗ nối thành băng chuyền;
- ☞ Nước đi qua, rác bị giữ lại

♣ SCR dạng đĩa và dạng trống (Disk Screen, Drum Screen)

Dạng đĩa

- ☞ Tương tự SCR băng chuyền;
- ☞ Đường kính đĩa = 2 - 5 m;
- ☞ Quay đĩa kim loại ngập một phần ngập trong nước;
- ☞ CTR mắc vào SCR, đưa lên trên và đẩy ra ngoài;

Dạng trống

- ☞ Dạng thùng rỗng, một đầu kín;
- ☞ Nước chảy vào qua đầu còn lại;
- ☞ Làm sạch bằng tia nước.

♣ Lưới chắn rác

- ☞ Hệ thống cấp nước, đặt sau công trình thu;
- ☞ Trong XLNT, thay bể lắng 1, tiết kiệm chi phí XD;
- ☞ Tương tự SCR dạng trống, kích thước lỗ = 15-64 μm ;
- ☞ Đường kính SCR = 0,8 - 3 m;
- ☞ Vận tốc quay = 0,05 m/s;
- ☞ Làm sạch bằng áp suất tia nước;
- ☞ Ứng dụng xử lý tảo; giảm SS trong các công trình XL liên tục;
- ☞ Như một công trình XL độc lập đối với nước không có độ màu và độ đục do các hạt keo gây ra.

2.2 NGHIỀN (COMMINUTION)

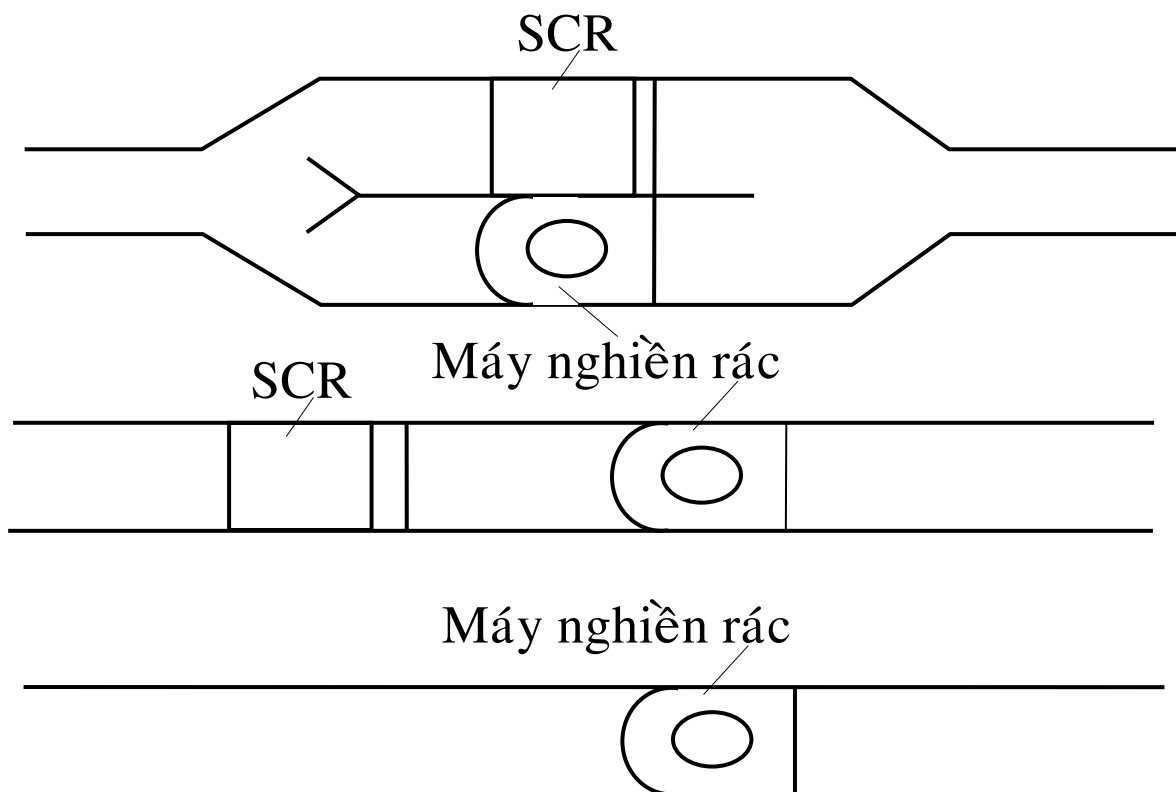
- ☛ Luôn luôn đặt trước bể lắng cát.

2.2.1 Mục đích

- ☞ Nghiền CTR có k/thước lớn không cần loại khỏi dòng thải;
- ☞ Tạo kích thước đồng đều.

2.2.2 Vị trí đặt máy nghiền rác

- ☞ // với SCR;
- ☞ SCR - máy nghiền rác (☞ loại ~ th.phần nổi, kthước lớn);
- ☞ Luôn luôn đặt ở mương dẫn nước vào.



2.2.3 Ưu và nhược điểm

- ☺ Giảm số lần làm sạch SCR;
- ☺ Thích hợp với trạm XL nhỏ.
- ☹ Phải bảo dưỡng dụng cụ cắt thường xuyên;
- ☹ SS tăng ảnh hưởng công đoạn XL tiếp theo;
- ☹ Gây tắc nghẽn hệ thống phân phối khí và thiết bị làm thoáng.

2.3 BỂ LẮNG CÁT (GRIT CHAMBER)

2.3.1 Nguồn Cát

- ☞ Rửa đường phố;
- ☞ NTSH;
- ☞ Cát biển.

2.3.2 Mục Đích

- ☞ Tránh mài mòn và phá hỏng ~ bộ phận ch.động cơ học;
- ☞ Giảm sự hình thành các chất lắng trong đường ống, kênh dẫn;
- ☞ Giảm số lần làm sạch thiết bị phân hủy.

2.3.3 Cơ sở lý thuyết

- ☞ Dựa vào quá trình lắng tự do của các hạt;
- ☞ Áp dụng định luật Stokes (với dòng chảy tầng).

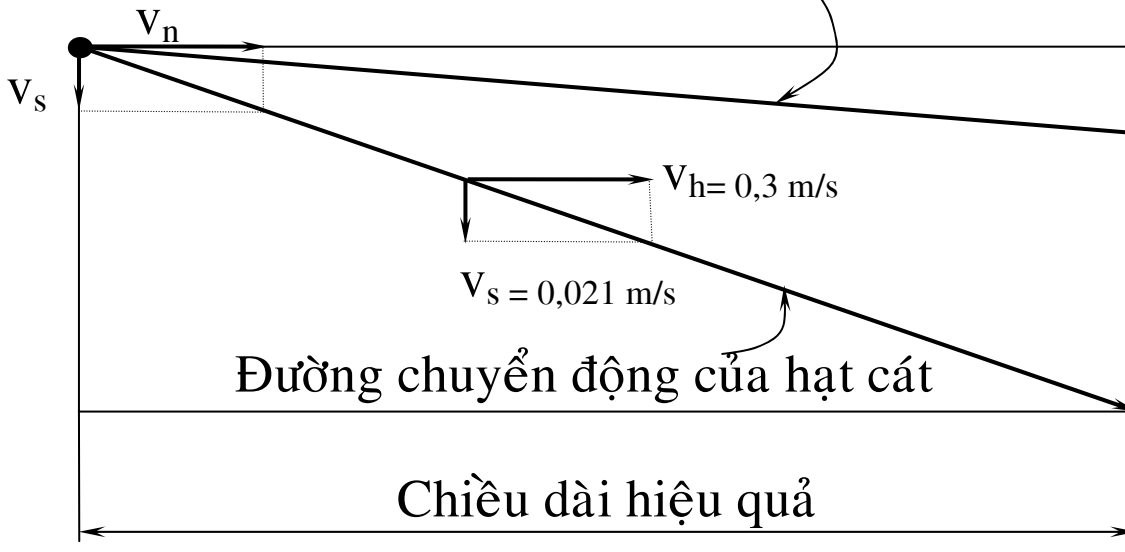
$$V_s = \frac{g \cdot (\rho_s - \rho_L) \cdot d^2}{18 \cdot \mu}$$

☺ Định luật Stoke (đv các hạt hình cầu)

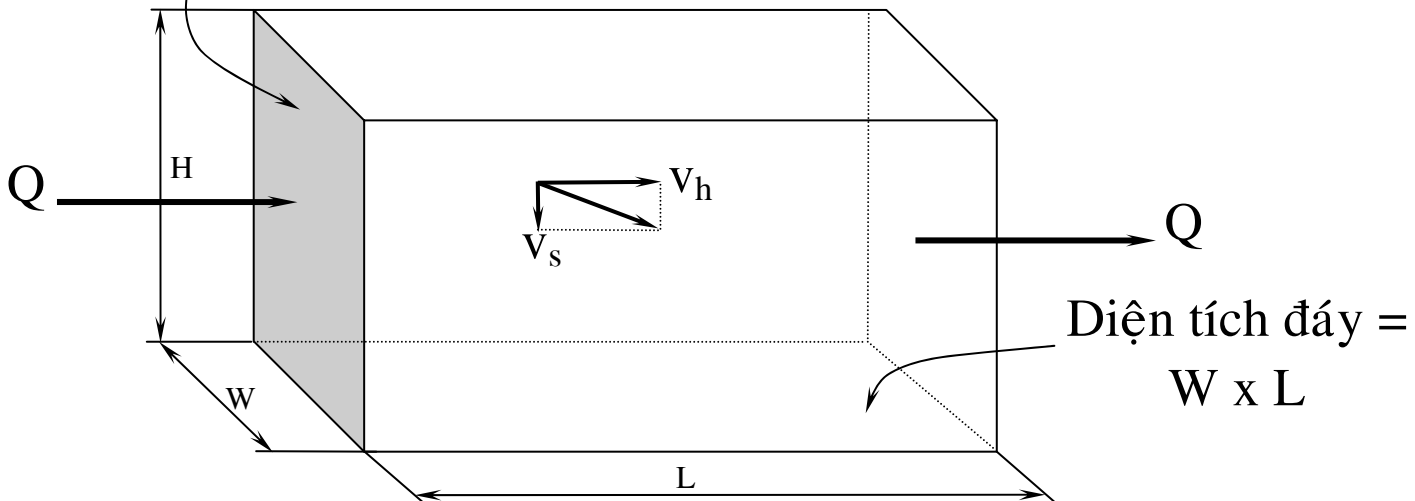
- ☞ V_s : vận tốc lắng (m/s);
- ☞ g : gia tốc trọng trường (m/s^2);
- ☞ ρ_s : khối lượng riêng của chất rắn (kg/m^3);
- ☞ ρ_L : khối lượng riêng của chất lỏng (kg/m^3);
- ☞ μ : độ nhớt của chất lỏng ($kg/s.m$).

☺ Hạt có $d = 0,2 \text{ mm}$, $\rho_s = 2,65 \text{ kg/L}$, $\rho_L = 1 \text{ kg/L}$, ☞ $V_s = 0,021 \text{ m/s}$

Đường chuyển động của hạt keo hữu cơ



Diện tích tiết diện ngang = $W \times H$



☞ Diện tích tiết diện ngang của bể lắng cát:

$$W \times H = \frac{Q_{\max} \text{ (m}^3\text{/s)}}{V_h \text{ (m/s)}} \quad \frac{\text{Lưu lượng cực đại}}{\text{Vận tốc ngang theo thiết kế = 0,3 m/s}}$$

☞ Diện tích đáy của bể lắng cát:

$$W \times L = \frac{Q_{\max} \text{ (m}^3\text{/s)}}{V_s \text{ (m/s)}} \frac{\text{Lưu lượng cực đại}}{\text{Vt lắng của hạt nhỏ nhất} = 0,021 \text{ m/s}}$$

☞ Chiều dài cần thiết của bể lắng cát:

$$W \times h_{\max} \times V_h = W \times L \times v_s$$

$$\frac{h_{\max}}{v_s} = \frac{L}{v_h}$$

- ☒ h_{\max} : Chiều cao cực đại của bể lắng cát;
- ☒ v_s : vt lắng của hạt cát $d = 0,2 \text{ mm}$, $v_s = 0,021 \text{ m/s}$;
- ☒ L : Chiều dài của bể lắng cát;
- ☒ v_h : Vtốc theo phương ngang (Vt tới), $v_h = 0,3 \text{ m/s}$;

☞ $L \approx 14 h_{\max}$

☺ Hệ số an toàn $f = 1,2 - 1,5$ ☞ $L \geq 18 h_{\max}$

☺ Tốc độ lắng của hạt cát trong nước thải = độ lớn thủy lực của hạt = tải trọng bề mặt của bể lắng cát = U_0

Bảng 2.1 U_0 theo đường kính hạt trong NTSH ở 15°C

d (mm)	U_0 (mm/s)	d (mm)	U_0 (mm/s)
0,10	5,12	0,30	28,30
0,12	7,37	0,35	34,50
0,15	11,50	0,40	40,70
0,20	18,70	0,50	51,60
0,25	24,20		

Nguồn: Lai (1999).

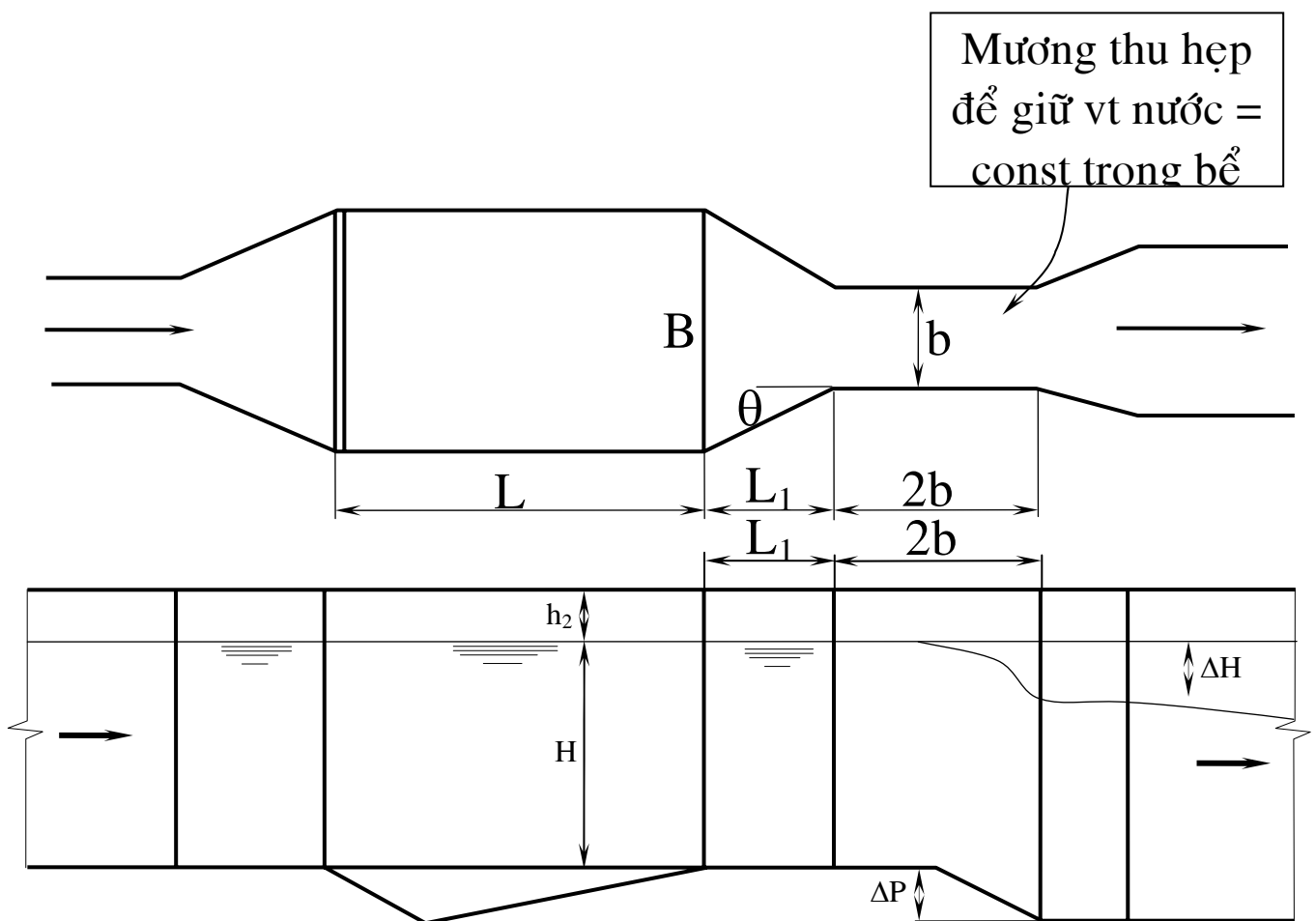
2.3.4 Đặc tính và số lượng cát trong nước thải

☛ Đặc tính

- ☞ Tương đối dễ làm ráo nước.
- ☞ Sau khi làm khô, độ ẩm = 13-65%; VSS = 1 - 56%.

- ☞ Cát trơ (sạch) có $\rho = 2,65 - 2,7 \text{ kg/L}$.
 - ☞ Khi có CHC dính bám $\rho = 1,3 \text{ kg/L}$.
 - ☞ Khi đổ thành đồng $\rho = 1.600 \text{ kg/m}^3$.
 - ☞ Kích thước hạt cát $d = 0,2 - 2 \text{ mm}$.
 - ☞ Cát chưa rửa có thể chứa $\geq 50\%$ cặn hữu cơ.
- ☛ Lg cát trong bể lắng cát = $0,037-0,22 \text{ m}^3/1000 \text{ m}^3 \text{ NT}$.

2.3.5 Thiết kế bể lắng cát



☛ BỂ LẮNG CÁT NGANG

- ☞ Nước chuyển động theo chiều dài bể.
 - ☞ Mặt bằng hình chữ nhật.
- ☺ Chiều cao phần công tác H của bể chọn theo tỷ lệ h/L , kiểm tra theo V và HRT.

☺ HRT = 1 - 2 phút = 60 - 120 s.

☺ Để CHC không ↓, vt dòng chảy = const ☞ xây cửa tràn.

☺ Chiều rộng cửa tràn thu hẹp từ B xuống b.

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

☺ Đáy cửa tràn chênh với đáy bể lắng cát ΔP ☞ tạo độ chênh áp ☞ nước ra khỏi bể lắng với v = const.

$$\Delta P = \frac{Q_{\max}}{B \times v} \times \frac{K - K^{2/3}}{1 - K^{2/3}} = \frac{Q_{\min}}{B \times v} \times \frac{1 - K^{-1/3}}{1 - K^{2/3}}$$

☞ Q_{\max}, Q_{\min} : lưu lượng tối đa và tối thiểu qua BLC khi tốc độ nước chảy qua bể là v không đổi;

☞ $K = Q_{\max}/Q_{\min}$;

☞ m : hệ số lưu lượng của cửa tràn ε góc tới (Bảng 4.2).

Bảng 4.2 Giá trị m đối với cửa tràn theo góc tới θ

b/B	Cotgθ = 0	Cotgθ = 0,5	Cotgθ = 1	Cotgθ = 2	Cotgθ = 3
0,1	0,320	0,343	0,350	0,353	0,350
0,2	0,324	0,346	0,352	0,355	0,352
0,4	0,330	0,350	0,356	0,358	0,356
0,6	0,340	0,356	0,361	0,363	0,361
0,8	0,355	0,365	0,369	0,370	0,369
0,9	0,367	0,373	0,375	0,376	0,375
1,0	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385

☞ Vận tốc lắng của cát thay đổi theo kích thước và t°C.

Bảng 4.3 Vận tốc lắng của cát trong nước ở t⁰C khác nhau

d mm	Vận tốc lắng (mm/s)				d mm	Vận tốc lắng (mm/s)			
	5 ⁰ C	10 ⁰ C	15 ⁰ C	20 ⁰ C		5 ⁰ C	10 ⁰ C	15 ⁰ C	20 ⁰ C
3,50	240,5	245,5	250,5	255,5	0,275	21,55	23,78	26,0	28,82
3,00	225,5	227,5	232,5	237,5	0,25	18,45	20,5	22,5	24,6
2,50	204,2	209,2	214,2	219,2	0,20	12,85	14,5	16,15	17,8
2,00	182,5	187,5	192,5	197,5	0,15	7,87	9,15	10,42	11,69
1,75	168,2	173,2	178,2	183,2	0,14	6,92	8,12	9,32	10,52
1,50	151,5	156,5	161,5	166,5	0,13	6,00	7,15	8,30	9,45
1,25	133,0	138,0	143,0	148,0	0,125	5,52	6,64	7,77	8,90
1,00	112,0	116,85	121,7	126,55	0,12	5,1	6,175	7,25	8,325
0,90	103,2	107,9	112,6	117,2	0,11	4,55	5,40	6,25	7,10
0,85	98,4	102,95	107,5	112,05	0,10	3,85	4,6	5,35	6,10
0,80	93,65	98,08	102,92	106,92	0,095	3,44	4,14	4,84	5,54
0,775	91,3	95,65	100,0	104,35	0,0925	3,34	3,97	4,60	5,23
0,75	88,1	92,3	96,5	100,7	0,090	3,15	3,75	4,35	4,95
0,70	81,6	85,7	89,8	93,9	0,085	2,82	3,36	3,90	4,44
0,65	74,8	78,75	82,7	86,65	0,080	2,525	3,005	3,485	3,965
0,60	67,8	71,55	75,3	79,05	0,075	2,245	2,665	3,085	3,505
0,50	53,35	56,68	60,0	63,32	0,070	1,940	2,32	2,70	3,08
0,40	39,7	42,6	45,5	48,4	0,0685	1,847	2,217	2,587	2,957
0,375	36,2	39,0	41,8	44,6	0,069	1,682	2,007	2,332	2,657
0,35	32,4	35,05	37,7	40,35	0,0615	1,51	1,805	2,10	2,395
0,325	28,7	31,2	33,7	36,2	0,060	1,455	1,73	2,005	2,28
0,30	25,1	27,45	29,7	32,15	0,057	1,325	1,57	1,815	2,06

☺ Chiều cao lớp cát trong bể lắng cát:

$$h_c = \frac{W_c}{L \times B \times n}$$

- ☞ h_c : chiều cao lớp cát trong bể;
- ☞ L : chiều dài bể lắng cát;
- ☞ n : số ngăn công tác;
- ☞ B : chiều rộng của một ngăn công tác.

☺ Chiều cao xây dựng của bể lắng cát:

$$H_{XD} = h_{\max} + h_c + 0,4$$

☺ Kiểm tra lại sao cho $v_{\min} \geq 0,15$ m/s.

☺ Diện tích hữu ích của sân phơi cát:

$$F = \frac{P \times N \times 365}{1000 \times h}$$

- ☞ F : diện tích hữu dụng của sân phơi cát (m^2);
- ☞ P : lượng cát giữ lại ở bể lắng $P = 0,02$ l/ng.ngđ;
- ☞ N : dân số tính toán;
- ☞ h : chiều cao lớp bùn cát = 4-5 m/năm.

Ví dụ Tính toán bể lắng cát cho nhà máy XLNT công suất $Q_{\max} = 0,15$ m³/s, $Q_{\min} = 0,06$ m³/s. Lắng cát cỡ hạt $d = 0,2$ mm. Vận tốc qua bể lắng $v = 0,2$ m/s.

☺ $d = 0,2$ mm ☞ $u_0 = v_s = 0,0187$ m/s;

☺ Diện tích mặt thoáng bể lắng cát = 8,02 m²;

☺ Chọn chiều sâu lớp nước $h_{\max} = 0,5$ m ☞ $L = 18 h_{\max}$
 $L = 9$ m

☺ Chiều rộng $B = 0,9$ m ☞ 02 ngăn, $B' = 0,45$ m;

☺ Kiểm tra $v_{\min} = 0,133$ m/s ☞ chọn lại $B' = 0,4$ m ☞ $v_{\min} = 0,15$ m/s ☞ nhận.

☺ Chọn góc tới $\theta = 45^0$ ☞ $\text{Cotg}\theta = 1$

$$K = Q_{\min}/Q_{\max} = 0,4$$

$$b = \frac{0,8 \times 0,2}{0,356} \times \sqrt{\frac{0,8 \times 0,2}{0,15}} \times \left(\frac{1 - 0,4^{2/3}}{1 - 0,4} \right)^{3/2} = 0,309m$$

$$\Delta P = \frac{0,06}{0,8 \times 0,2} \times \frac{1 - 0,4^{-1/3}}{1 - 0,4^{2/3}} = 0,29m$$

☛ BỂ LẮNG CÁT THỜI KHÍ

☺ ρ (khí + nước) < ρ (nước) ☞ Cát lắng dễ hơn.

Ứng dụng

- ☞ Trạm XLNTSH công suất lớn;
- ☞ Khí sản có, rẻ tiền;
- ☞ Qt sục khí tăng hiệu quả XL.

Ưu điểm

- ☞ Hiệu quả không phụ thuộc vào lưu lượng;
- ☞ Qt sục khí cung cấp năng lượng tách CHC khỏi cát;
- ☞ Hiệu quả tách cát cao;
- ☞ Tránh qt phân hủy CHC khi vớt dòng chảy nhỏ.

☛ Tính toán bể lắng cát thời khí

- ☞ Vận tốc xoay 0,25 - 0,3 m/s;
- ☞ Tỷ lệ chiều rộng và chiều sâu W : H = 1 - 1,5;
- ☞ HRT = 3 - 5 phút;
- ☞ Khí cấp vào = 3 - 8 m³/m².h;

☛ Tốc độ chuyển động xoay = const

- ☞ Cặn hữu cơ lơ lửng;
- ☞ Cát va chạm nhau ☞ tách bớt cặn h/cơ bám quanh;
- ☞ Cát sạch hơn ☞ 90-95% cặn vô cơ ☞ lâu không thối.

☒ Hệ thống sục khí

- ☞ Làm bằng ống nhựa châm lỗ, ϕ lỗ = 3,5 - 5,0 mm;
- ☞ Đặt ngập trong nước = 0,7 - 0,75 H, nước = 0,7 - 0,75 H, > đáy bể 45-60 cm;

☒ Láy cát khỏi bể

- ☞ Liên tục or gián đoạn;
- ☞ Thủ công hoặc cơ giới;
- ☞ Dùng bơm phun tia ☞ đôn cát về máng thu:

- ☺ Đặt ống cấp nước $\phi \geq 100$ mm;
- ☺ Cấp nước cho vòi đặt cách nhau 0,4 m;
- ☺ Lưu lượng nước lùa cát: $Q = v.F = v.B.L$ (m^3/s)

- * v: vận tốc đẩy cát về máng thu = 0,0065 m/s;
(đẩy cát cỡ 0,05 cm)
- * F: diện tích mặt bằng bể (m^2).

📖 **Ví dụ** Tính toán bể lắng cát sục khí cho NMXLNT có $Q = 0,2 m^3/s$. Hệ số không điều hòa $K = 1,4$.

☒ Lưu lượng $Q_{max} = 0,2 \times 1,4 = 0,28 m^3/s$

☒ Thiết kế 02 bể lắng cát thổi khí

- ☞ Lưu lượng 01 bể $Q_1 = 0,14 m^3/s$

☒ Chọn HRT = 3 phút = 180 s

- ☞ Thể tích 01 bể $V_1 = HRT \times Q_1 = 180 \times 0,14 = 25,2 m^3$

☒ Chọn chiều cao lớp nước trong bể $H = 2$ m; $W : H = 1,3$

- ☞ Chiều rộng bể $W = 2,6$ m
- ☞ Chiều dài bể $L = 4,85 m \approx 5$ m.

☒ Lượng khí cần cung cấp

$$Q_{khí} = q_1 \times F_1 = 5 m^3/m^2.h \times 2,6 m \times 5 m = 65 m^3/h$$

☒ Lưu lượng không khí trên 1 m chiều dài bể

$$q = 3,6 l/s.m$$

📖 **Ví dụ** Trạm XLNT công suất $Q = 8000 m^3/ngđ$. Trung bình lượng rác từ SCR là 120 L rác/ngđ, được chôn trong hố có dung tích $12 m^3$. Sau bao lâu thì hố chứa rác này đầy?

☺ 100 ngày!

📖 **Ví dụ** Tính vận tốc dòng chảy trong BLC biết rằng chiếc lá thả vào bể chuyển động được một đoạn 10 m trong 25 s.

☺ 0,4 m/s!

📖 **Ví dụ** BLC có W = 1 m, H = 0,5 m, Q = 10.000 m³/ngđ. Tính vận tốc dòng chảy trong bể.

☺ 0,23 m/s

Thông số thiết kế bể lắng cát thổi khí

Thông số	Khoảng	đặc trưng
HRT đ/v Q _{max} (phút)	2 - 5	3
Kích thước bể:		
+ Độ sâu (ft)	7 - 16	
+ Chiều dài (ft)	25 - 65	
+ Chiều rộng (ft)	8 - 23	
+ Tỷ số chiều rộng - độ sâu	1:1 - 5:1	1,5: 1
+ Tỷ số chiều dài - chiều rộng	3:1 - 5:1	4: 1
Khí cung cấp (ft ³ /phút.ft chiều dài)	2,0 : 5,0	
Lượng cát (ft ³ /Mgal)	0,5 - 27	2,0
ft ³ /phút.ft x 0,0929 = m ³ /phút.m		
ft ³ /Mgal x 0,00748 = m ³ /10 ³ m ³		

2.4 BỂ ĐIỀU HÒA

2.4.1 Mục Đích

- ☞ Điều hòa lưu lượng;
- ☞ Điều hòa nồng độ.

2.4.2 Những Lưu Ý Khi Thiết Kế Bể Điều Hòa

- ☞ Cấu trúc đáy bể;
- ☞ Yêu cầu về điều kiện khuấy trộn và thổi khí;
- ☞ Bơm và hệ thống điều khiển bơm.

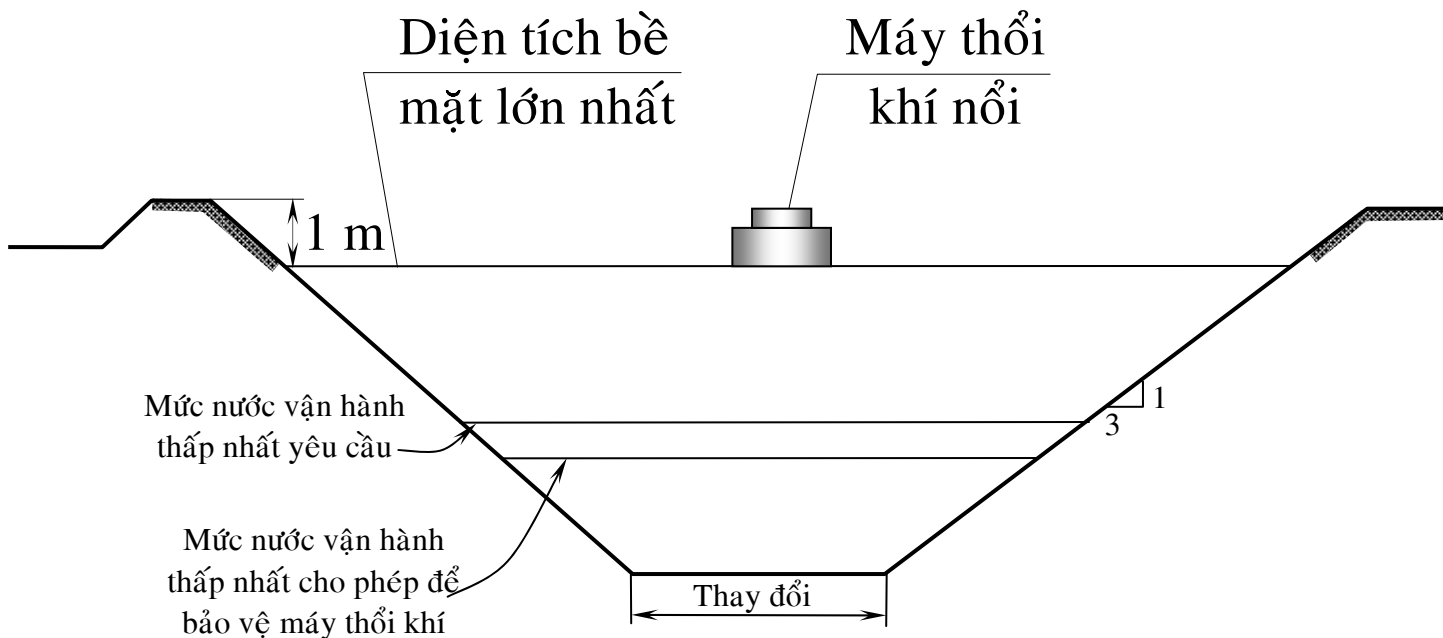
☛* Cấu trúc đáy bể

- ☞ Có thể làm bằng đất, bê tông, thép,...
- ☞ Độ dốc cạnh bên có thể dao động trong khoảng 3:1 - 2:1;
- ☞ Lớp lót đáy để tránh gây ô nhiễm nước ngầm;
- ☞ Dùng máy thổi khí nổi, đ/sâu bể = 1,5-2 m ☞ an toàn cho máy;

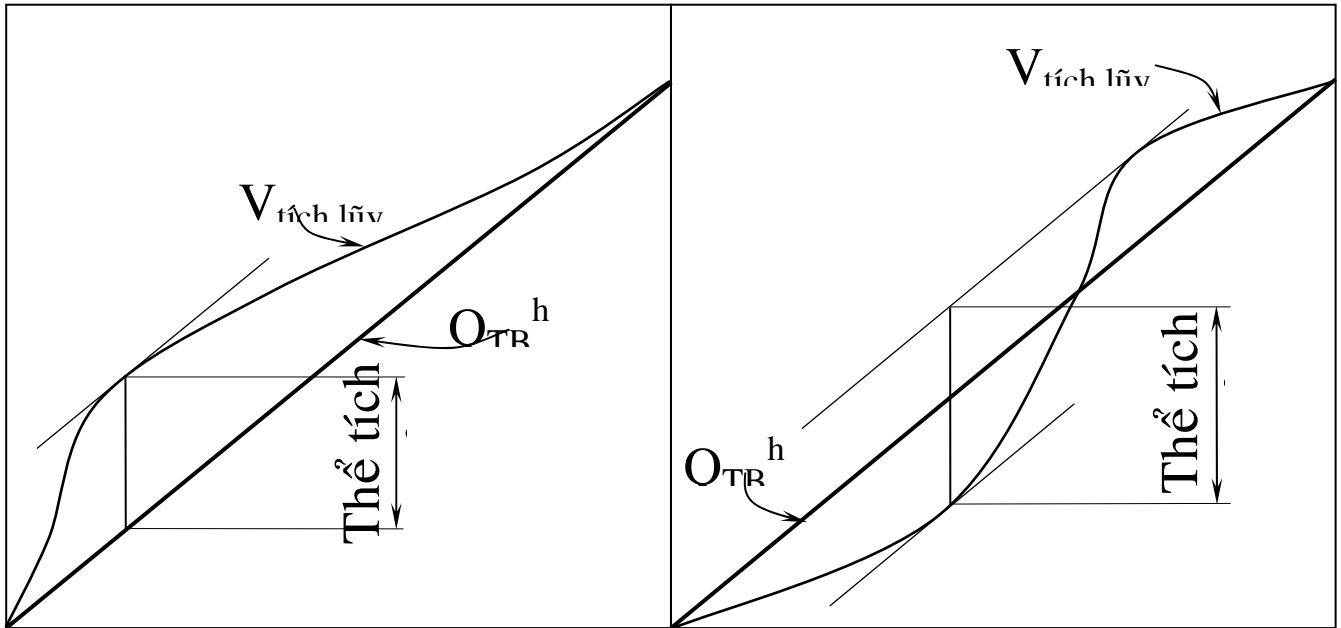
- ✘ Chiều cao an toàn phía trên mặt bể \in diện tích bề mặt và đkện gió của từng địa phương (\approx 1 m);
- ✘ Cần lưu ý \sim t/bị cần thiết \neq : t/bị tách cặn, váng; máng chảy tràn thoát nước trong trường hợp có sự cố.

✪* Yêu cầu khuấy trộn và thổi khí

- ✘ Khuấy trộn \Rightarrow ngăn sự lắng cặn, tránh phân hủy CHC;
- ✘ Khi SS = 200 mg/L \Rightarrow năng lượng khuấy trộn = 0,004 – 0,008 kW/m³ nước thải;
- ✘ Thổi khí \Rightarrow tránh tạo đk kỵ khí và giảm mùi hôi \Rightarrow
- ✘ Tốc độ cấp khí 0,01 – 0,015 m³/m³.phút;
- ✘ Nếu HRT < 2 giờ và nối tiếp bởi bể lắng 1 \Rightarrow không cần thổi khí ở bể điều hòa.



2.4.3 Xác Định Thể Tích Bể Điều Hòa



☞ Phương pháp đồ thị

T (h)	Q (m ³ /h)	Δt (h)	m ³ /Δt	V tích lũy (m ³)
00-02	90	2	180	180
02-06	150	4	600	780
06-10	330	4	1320	2100
10-14	150	4	600	2700
14-18	400	4	1600	4300
18-22	80	4	320	4620
22-24	90	2	180	4800

☺ $Q_{TB}^h = 4800 : 24 = 200 \text{ m}^3/\text{h}$

☺ Vẽ đồ thị

☞ Phương pháp tính toán

T (h)	Vào (m ³)	Ra (m ³)	Δ (m ³)	ΣΔ (m ³)
00-02	180	400	-220	-220
02-06	600	800	-200	-420
06-10	1320	800	+520	+100
10-14	600	800	-200	-100
14-18	1600	800	+800	+700
18-22	320	800	-480	+220
22-24	180	400	-220	0

$V = |-420| + |+700| = 1120 \text{ m}^3$

2.5 BỂ LẮNG ĐỢT 1

2.5.1 Mục Đích

- ♣ Tách các cặn lơ lửng sẵn có trong nước thải (bể lắng đợt 1);
- ♣ Tách cặn từ qt keo tụ tạo bông hay qt XLSH (bể lắng đợt 2).

2.5.2 Nguyên Tắc

- ☛ Tách rắn – lỏng dưới tác dụng của trọng lực.

Bể lắng gồm có 4 vùng:

- ♣ Vùng phân phối nước vào (Inlet Zone)

- ☛ Phân bố đều dòng nước vào và SS trong tiết diện ngang của vùng lắng;
- ☛ Chiếm khoảng 25% chiều dài bể lắng.

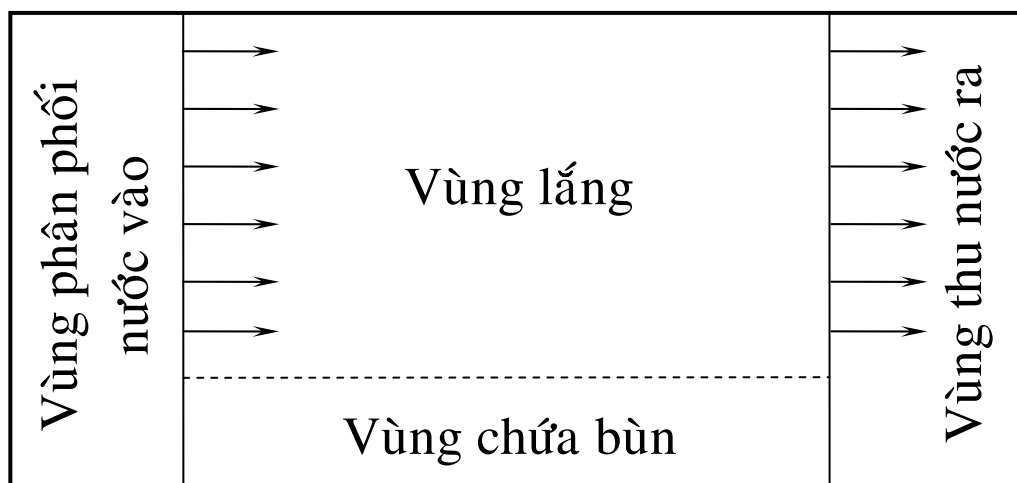
- ♣ Vùng lắng (Settling Zone) ☛ vùng xảy ra qt lắng cặn.

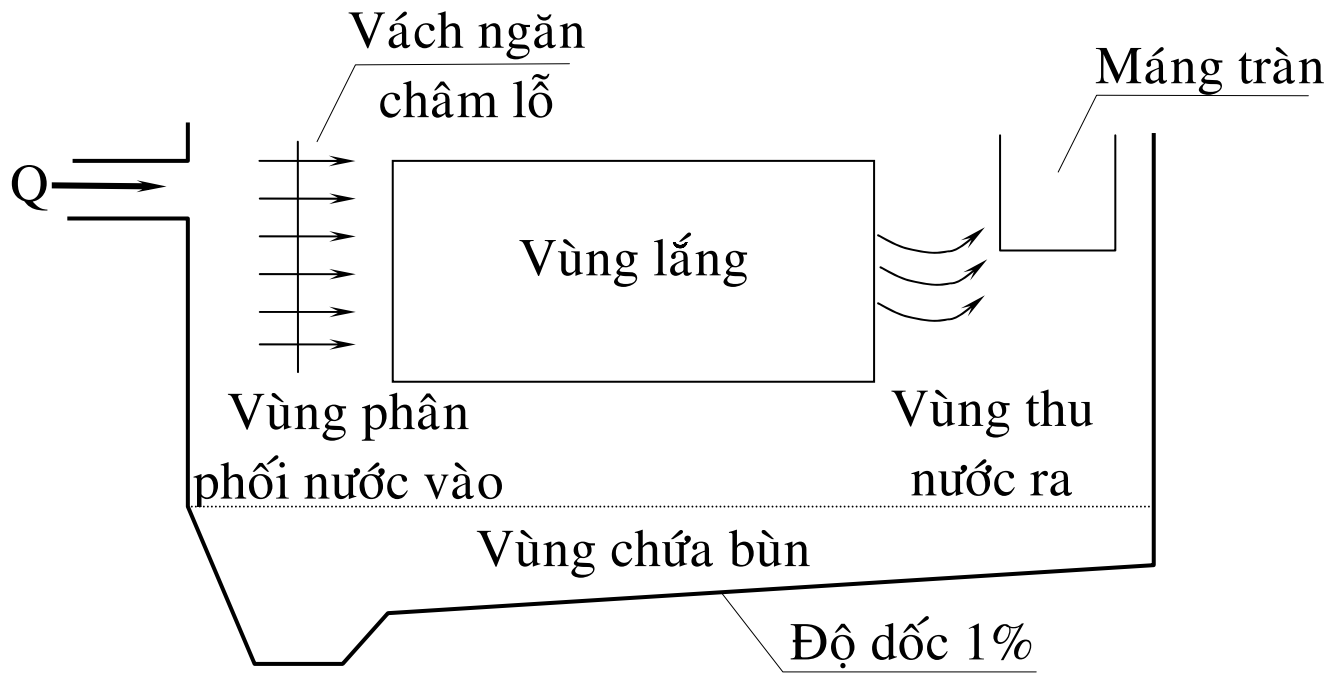
- ♣ Vùng chứa bùn (Sludge Zone) ☛ có hình dạng và độ sâu $\propto P^2$ làm sạch bùn và lượng bùn.

- ☛ Làm sạch bằng tay (1 lần/3-6 tháng): độ dốc = 5-10%;
- ☛ Làm sạch bằng máy: độ dốc = 1%.

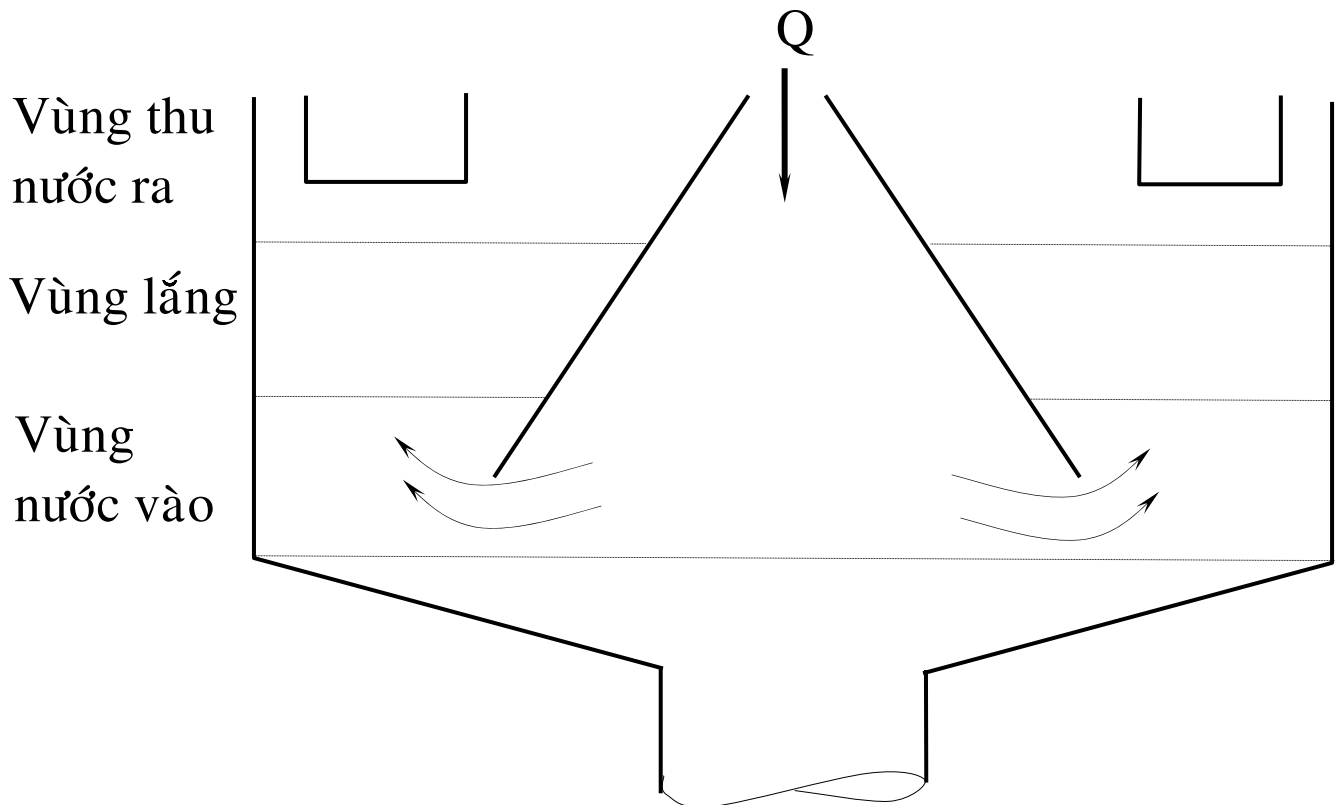
- ♣ Vùng thu nước ra (Outlet Zone) ☛ thoát nước sau lắng

- ☛ Cần máng tràn/kênh dẫn ☛ tránh xáo trộn cặn đã lắng.





Các Vùng Lắng Trong Bể Lắng Ngang



Các Vùng Lắng Trong Bể Lắng Đứng

- ☛ v_0 : vận tốc lắng tối hạn = V của hạt rơi từ suất h_0 và $HRT = t_0$
- ☛ Thời gian lưu nước t_0

$$t_0 = \frac{V}{Q} = \frac{l \times w \times h_0}{Q}$$

- ☛ V : thể tích bể (m^3);
- ☛ Q : lưu lượng nước thải vào bể (m^3/h);
- ☛ l : chiều dài bể (m);
- ☛ w : chiều rộng bể (m);
- ☛ h_0 : độ sâu hiệu quả (m).
- ☛ A_S : diện tích bề mặt.

$$\frac{h_0}{t_0} = \frac{Q}{l \times w} = \frac{Q}{A_S} = v_0$$

- ☛ Tải trọng bề mặt v_0

$$v_0 = \frac{h_0}{t_0}$$

- ☛ v_0 : tải trọng bề mặt ($m^3/m^2.h$) hay vận tốc tối hạn;
- ☛ v_s : vận tốc lắng (m/s).

- ☺ Tải trọng bề mặt \neq vào độ sâu của bể lắng (Lắng độc lập)
- ☺ Tất cả các hạt có $v_s \geq v_0$ sẽ bị khử hoàn toàn.
- ☺ Tất cả các hạt có $v_s < v_0$ sẽ bị khử một phần.

- ☛ Bể lắng đứng

- ☺ Chỉ các hạt có $v_s > v_0$ mới lắng được.

2.5.3 Thiết Kế Bể Lắng

Chế độ làm việc của bể lắng NT \in :

- ☛ Đặc tính cặn lắng;
- ☛ Chế độ dòng chảy trong vùng lắng \in chế độ phân phối nước vào và lấy nước ra;
- ☛ Ảnh hưởng của gió và nhiệt độ;
- ☛ Chuyển động đối lưu nhiệt & do chênh lệch nồng độ trong bể.
- ☺ Tất cả những thông số trên không thể tính bằng lý thuyết.

Các Thông Số Tính Toán Bể Lắng Đợt 1

Thông số	Giá trị	
	Khoảng	Đặc trưng
♣ BỂ LẮNG 1 ĐẶT TRƯỚC CÔNG TRÌNH XL BẬC 2		
♣ HRT (h)	1,5 - 2,5	2,0
♣ Tải trọng bề mặt ($m^3/m^2.ng$)		
☺ Lưu lượng trung bình		
☺ Lưu lượng cực đại	32 - 50	
	81 - 122	102
♣ Tải trọng máng thu ($m^3/m.ng$)	124 - 496	248
♣ BỂ LẮNG 1 ĐẶT TRƯỚC BỂ BÙN HOẠT TÍNH H.KHÍ		
♣ HRT (h)	1,5 - 2,5	2,0
♣ Tải trọng bề mặt ($m^3/m^2.ng$)		
☺ Lưu lượng trung bình	24 - 32	
☺ Lưu lượng cực đại	48 - 69	61
♣ Tải trọng máng thu ($m^3/m.ng$)	124 - 496	248

Các Thông Số Thiết Kế Bể Lắng Đợt 1

Thông số	Giá trị	
	Khoảng	Đặc trưng
♣ BỂ LẮNG CHỮ NHẬT - BỂ LẮNG NGANG		
✂ Độ sâu (m)	3,0 - 5,0	3,5
✂ Chiều dài (m)	15 - 90	24 - 40
✂ Chiều rộng (m)	3,0 - 24	5,0 - 10
✂ HRT (h)	2 - 4	
✂ Vận tốc phương ngang (m/phút)	0,15 - 0,90	
✂ Tải trọng bề mặt ($m^3/m^2.ng$)	20 - 60	
✂ Tải trọng máng thu ($m^3/m.ng$)	100 - 200	
✂ Tốc độ máy gạt cặn (m/phút)	0,6 - 1,2	0,9
♣ BỂ LẮNG TRÒN - BỂ LẮNG ĐỨNG		
✂ Độ sâu (m)	3,0 - 4,5	3,5
✂ Đường kính (m)	3,0 - 60	12 - 45
✂ Độ dốc đáy (m/m dài)	1:10 - 1:13	1:12
✂ Tốc độ máy gạt cặn (vòng/phút)	0,02 - 0,05	0,03

♣ Vận tốc tối đa trong vùng lắng

Thiết kế bể lắng phải kiểm tra:

- ☞ V trong vùng lắng gần máng thu nước;
- ☞ V trong vùng giáp ranh vùng lắng và vùng chứa cặn;
- ☞ Phải nhỏ hơn vận tốc kéo hạt cặn đã lắng nổi trở lại.

☒ V_H : vận tốc giới hạn trong vùng lắng (m/s);

☒ k : hằng số ∈ t/c cặn

☺ k = 0,04 đối với cát rời;

☺ k = 0,06 đối với cặn dính kết;

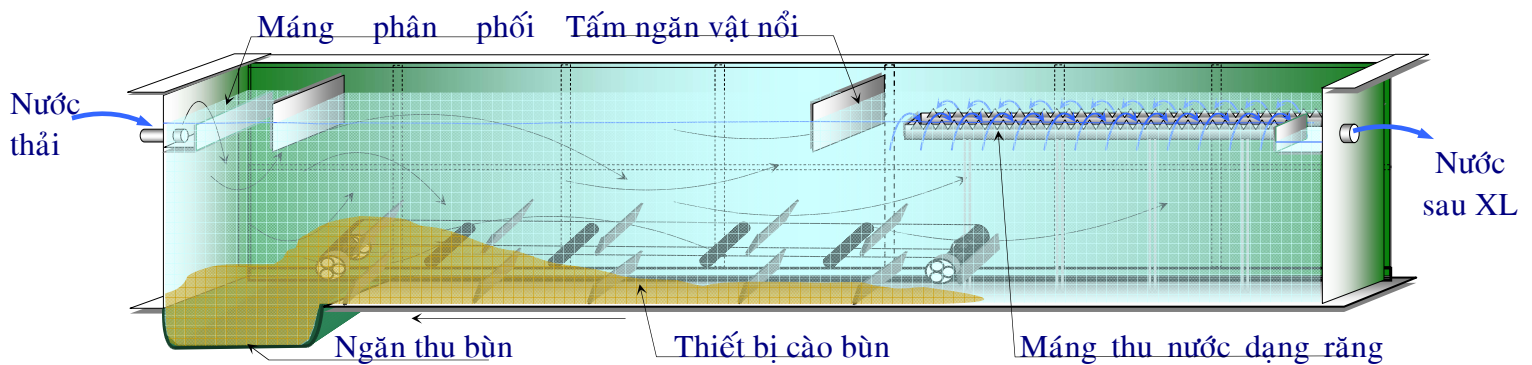
☺ k = 0,05 đối với NTSH.

☒ ρ : khối lượng riêng của hạt cặn, thường = 1,2-1,5 kg/L;

☒ g : gia tốc trọng trường = 9,8 m/s²;

☒ d : đường kính tương đương của hạt cặn (m), $d = 10^{-4}$ (m);

☒ f : hệ số ma sát ∈ đ/lính bề mặt hạt & Re, $f = 0,02 - 0,03$.



SƠ ĐỒ CẤU TẠO BỂ LẮNG NGANG

2.5.4 Hiệu Quả Lắng Cặn và Khử BOD₅

Tính theo công thức thực nghiệm

$$R = \frac{1}{a + bt}$$

R : hiệu quả khử BOD₅ hoặc SS (%)

t : thời gian lưu nước (h)

a, b : hằng số thực nghiệm.

Giá trị hằng số thực nghiệm a, b ở $t^0 \geq 20^0\text{C}$

Chỉ tiêu	a (h)	b
Khử BOD ₅	0,018	0,020
Khử SS	0,0075	0,014

Tỷ trọng và nồng độ cặn lắng trong bể lắng đợt 1

Loại cặn lắng	Tỷ trọng	Nồng độ tính theo trọng lượng (%)	
		Khoảng	Đặc trưng
1. NT vào thẳng bể			
*Từ HT cống riêng	1,03	4 - 12	5,0
*Từ HT cống chung	1,05	4 - 12	6,5
2. NT trộn với bùn hoạt tính ở bể lắng đợt 2			
*Sau aerotank	1,03	2 - 6	3,0
*Sau bể lọc sinh học	1,03	4 - 10	5,0

☛ Thể tích bùn ϵ :

- ☒ Tính chất nước thải cần xử lý;
- ☒ Thời gian lắng và hiệu quả lắng của bể;
- ☒ Tính chất bùn;
- ☒ Thời gian tháo bùn.

📖 Ví dụ

Xác định V bùn sinh ra từ bể lắng đợt 1 khi xử lý 1 Mgal NT chứa SS = 220 mg/L. Biết HRT = 2 (h) và E(%) = 60%. Giả sử bùn có tỷ trọng là 1,03 và độ ẩm là 94%.

☒ Khối lượng cặn bị giữ lại trong bể:

$$m = 220 \text{ mg/L} \times 1 \text{ Mgal} \times 3,7854 \times 10^6 \text{ L/Mgal} \times 0,6$$

$$m = 499,7 \times 10^6 \text{ mg} = 499,7 \text{ Kg}$$

☒ Hàm lượng cặn trong bùn = $100 - 94 = 6\%$

☒ Thể tích bùn sinh ra

$$\frac{499,7}{6 \times 1,03 \times 1000} \times 100 = 8,09 \text{ m}^3$$

📖 Ví dụ

Thiết kế BL1 để XLNT của thị xã với các đk sau:

- $Q_{\min} = 2000 \text{ m}^3/\text{ng}$, $Q_{\max} = 4500 \text{ m}^3/\text{ng}$;
- Không xây dựng bể điều hòa;
- Dài/Rộng = 4:1;
- Chiều cao vùng lắng = 3,6 m;
- Tải trọng bề mặt $U_0 = 35 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{ng}$.

☒ Tính diện tích bề mặt cần thiết của bể lắng

$$F = \frac{Q}{U_0} = \frac{2000}{35} = 57 \text{ m}^2$$

☒ Chiều rộng bể

$$F = W \times L = W \times 4W = 4W^2 = 57 \text{ m}^2 \Rightarrow W = 3,8 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$$

☒ Chiều dài $L = 4W = 4 \times 4 = 16 \text{ m} \Rightarrow F = 4 \times 16 = 64 \text{ m}^2$

☒ Tải trọng bề mặt

$$\Rightarrow \text{Giờ có } Q_{\min} \quad U_0 = \frac{2000}{64} = 31,25 \quad \text{m}^3/\text{m}^2.\text{ng}$$

$$\Rightarrow \text{Giờ có } Q_{\max} \quad U_0 = \frac{4500}{64} = 70,31 \quad \text{m}^3/\text{m}^2.\text{ng}$$

☺ Nằm trong giới hạn cho phép.

☒ Thể tích bể lắng: $V = 64 \times 3,6 = 230 \text{ m}^3$

☒ Thời gian lưu nước

$$\Rightarrow \text{Giờ có } Q_{\min} \quad HRT = \frac{V}{Q} = \frac{230 \times 24}{2000} = 2,76 \quad (\text{h})$$

$$\Rightarrow \text{Giờ có } Q_{\max} \quad HRT = \frac{V}{Q} = \frac{230 \times 24}{4500} = 1,23 \quad (\text{h})$$

☒ Vận tốc tới hạn

$$V_H = \left(\frac{8k(\rho-1)gd}{f} \right)^{1/2} = \left(\frac{8 \times 0,05 \times (1,25-1) \times 9,8 \times 10^{-4}}{0,025} \right)^{1/2} = 0,064 \text{ m/s}$$

✎ Vận tốc nước chảy trong vùng lắng ứng với Q_{\max}

$$V_{\max} = \frac{Q}{W \times H} = \frac{4500}{4 \times 3,6 \times 84600} = 0,0037 \text{ (m/s)} < V_H$$

✎ Bố trí 1 máng thu suốt chiều rộng bể và 3 máng vuông góc với máng ngang dài 2 m ☞ Tổng chiều dài máng thu

$$l = 4 + 3 \times 2 = 10 \text{ m}$$

☞ Tải trọng thủy lực qua máng thu

$$q_{\max} = 4500 : 10 = 450 \text{ m}^3/\text{m.ng.}$$

✎ Vận tốc nước chảy vào máng thu tại mặt cắt ngang ở độ sâu 3,6 m (tiếp giáp vùng chứa cặn)

$$V = \frac{Q}{F} = \frac{4500}{4 \times 2 \times 84600} = 0,0066 \text{ m/s} < V_H$$

✎ Hiệu quả khử BOD và SS

☞ Q_{\min}

☞ Q_{\max}

$$R_{BOD} = \frac{t}{a+bt} = \frac{2,76}{0,018+0,02 \times 2,76} = 37,7\%$$

$$R_{SS} = \frac{t}{a+bt} = \frac{2,76}{0,0075+0,014 \times 2,76} = 59,8\%$$

$$R_{BOD} = 28,8\%$$

$$R_{SS} = 49,7\%$$

2.5.5 Điều chỉnh pH và Bổ Sung Dinh Dưỡng

NT trước khi vào công trình XL bậc 2 cần:

☺ pH = 6,5 - 7,5

TS: Nguyễn Trung Việt

TS: Trần Thị Mỹ Diệu

☺ Dinh dưỡng thỏa BOD:N:P

- ☛ Hóa Chất Dùng Chỉnh pH: CaCO_3 , CaO , Ca(OH)_2 , MgO , Mg(OH)_2 , Vôi sống đolomit ($\text{CaO}_{0,6}\text{MgO}_{0,4}$), vôi tôi đolomit (Ca(OH)_2)_{0,6}((Mg(OH)_2)_{0,4}), NaOH , Na_2CO_3 , H_2SO_4 , HCl , HNO_3
- ☛ Hóa Chất bổ sung N, P: NH_4OH , NH_4NO_3 , NH_4HCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_4Cl , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 , $\text{Na}_3(\text{PO}_3)_6$, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$.