a. Bể tôi vôi: Xây gạch hoặc bê tông cốt thép có dung tích đủ lượng vôi dùng cho trạm 30 - 45 ngày, với lượng nước 3 ÷ 3,5 m^3 cho 1 tấn vôi cục.

Bể chia thành nhiều ngăn để luân phiên tôi và thau rửa.

b. Bể pha vôi sữa:

Vôi sữa ở dạng khuếch tán không bền. Các hạt vôi nhỏ có thể lắng xuống trong môi trường khuếch tán. Do đó phải được khuấy trộn để các hạt vôi không lắng xuống. Có thể dùng một trong các biện pháp sau để khuấy trộn.

+ Khuấy trộn bằng bơm tuần hoàn

+ Khuấy trộn bằng khí nén W_{kk} = 8-10l/m^2

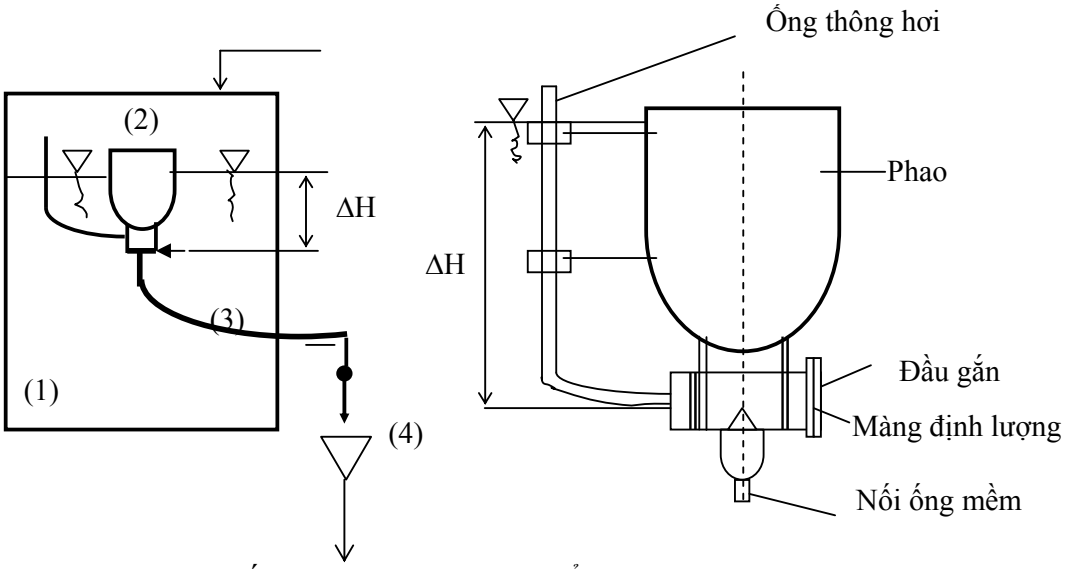
+ Khuấy trộn bằng máy khuấy với số vòng quay không nhỏ hơn 40 vòng/phút.

Dung tích bể pha vôi sữa: $w_v = \frac{Q.n.L_v}{10.000.b_v.\gamma}(m^3)$

Q = m^3/h; L_v: g/m^3; b_v = 5%; γ = 1 tấn/m^3.

2.3.2.4. Định lượng dung dịch hóa chất vào nước.

1. Thiết bị định lượng không đổi



Hình 2-7*: Thiết bị định lượng không đổi.*

1. Thùng dung dịch phèn công tác
2. Phao, ống gắn màng định lượng
3. Ống mềm
4. Phễu thu nhận phèn dẫn tới bể trộn

Khi mức dung dịch trong thùng thay đổi vị trí của phao sẽ thay đổi song khoảng cách từ mức dung dịch đến tâm ống trên phao có gắn màng định lượng không đổi. Vì vậy lượng dung dịch thu được luôn không đổi.

Lưu lượng dung dịch xác định theo công thức:

$$q_{dd} = 0,62.\omega\sqrt{2g\Delta H}$$

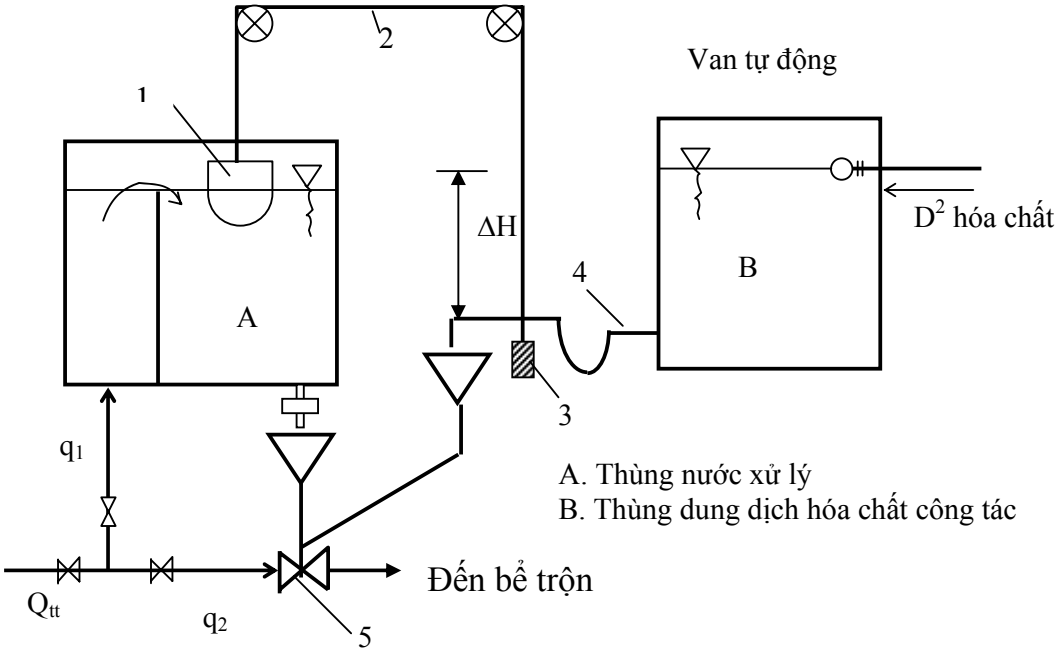
0,62 : Hệ số lưu lượng

ω : Diện tích lỗ thu trên màng định lượng; m^2

2. Thiết bị định lượng thay đổi tỷ lệ với lưu lượng nước xử lý.

Khi lưu lượng tính toán thay đổi thay đổi, mức nước trong thùng A thay đổi dẫn đến vị trí ống mềm thay đổi, ΔH thay đổi và lưu lượng dung dịch cho vào sẽ thay đổi theo công thức sau:.

$$q_{dd} = 0,62.\omega\sqrt{2g\Delta H}$$



Hình 2-8*: Thiết bị định lượng thay đổi tỷ lệ với lưu lượng nước xử lý.*

1- Phao nổi; 2- Dây; 3- Đối trọng; 4- Ống mềm; 5- Ejecter

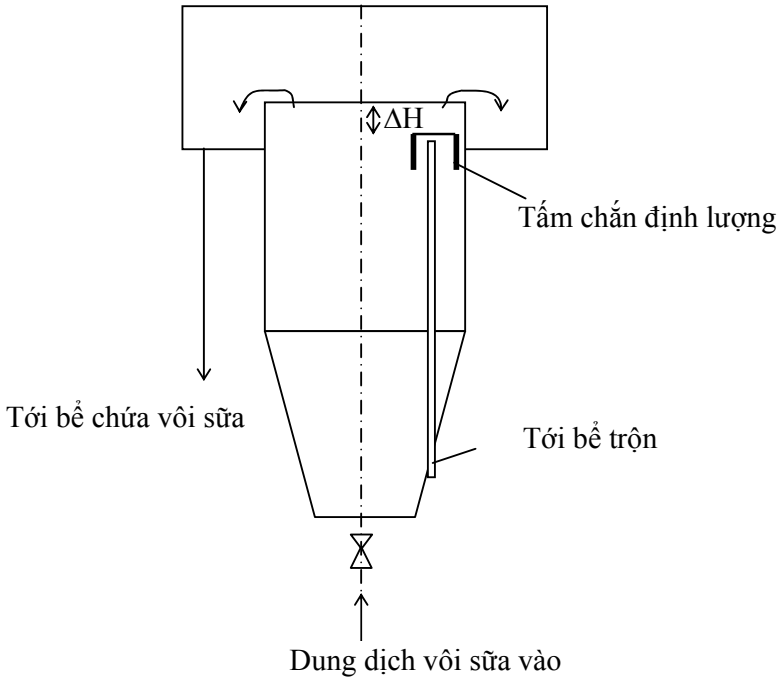
3. Bơm định lượng:

Thường dùng bơm pittong, bơm màng, bơm ruột gà.

Bơm pitong, bơm màng dùng để định lượng dung dịch phèn và bão hòa.

Bơm ruột gà để định lượng dung dịch vôi sữa đậm đặc hoặc vôi tôi.

4. Định lượng dung dịch vôi sữa.



Hình 2.9*: Thiết bị định lượng vôi sữa*

ΔH không đổi do đó lưu lượng dung dịch vôi sữa cho vào là 1 hằng số(q_{dd} = const). Khi cần thay đổi lưu lượng dung dịch vôi sữa thì phải thay đổi vị trí của màn chắn hoặc thay đổi kích cỡ của tấm chắn định lượng.

2.3.3. Công trình trộn:

Mục tiêu của quá trình trộn là đưa các phần tử hóa chất vào trạng thái phân tán đều trong môi trường nước trước khi phản ứng keo tụ xảy ra, đồng thời tạo điều kiện tiếp xúc tốt nhất giữa chúng với các thành phần tham gia phản ứng.

Hiệu quả của quá trình trộn phụ thuộc vào cường độ và thời gian khuấy trộn.

Thời gian khuấy trộn hiệu quả được tính cho đến lúc hóa chất đã phân tán đều vào nước và đủ để hình thành các nhân keo tụ nhưng không quá lâu làm ảnh hưởng đến các phản ứng tiếp theo. Trong thực tế thời gian hòa trộn hiệu quả từ 3 giây đến 2 phút.

Quá trình trộn được thực hiện bằng các công trình trộn, theo nguyên tắc cấu tạo và vận hành được chia ra:

* Trộn thủy lực: về bản chất là dùng các vật cản để tạo ra sự xáo trộn trong dòng chảy của hỗn hợp nước và hóa chất. Trộn thủy lực có thể thực hiện trong:

- Ống đẩy của trạm bơm nước thô
- Bể trộn có vách ngăn
- Bể trộn đứng

* Trộn cơ khí: dùng năng lượng của cánh khuấy để tạo ra dòng chảy rối.

2.3.3.1. Trộn thủy lực.

1. Khuấy trộn bằng máy bơm: ở trạm xử lý có công suất nhỏ có thể cho dung dịch hóa chất vào đầu ống đẩy của bơm nếu chiều dài ống dẫn từ bơm đến công trình xử lý nhỏ hơn 200m, tốc độ nước trong ống dẫn v không nhỏ hơn 1,2m/s để có thể xới và tải cặn lắng bám vào đường ống trong thời gian bơm ngừng hoạt động.

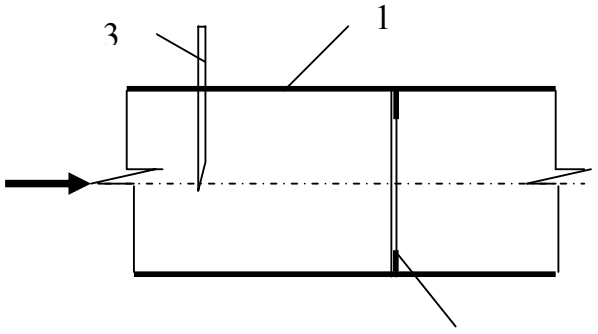
2. Thiết bị trộn trong ống dẫn

Thường được sử dụng như khâu trộn sơ bộ khi cần cho 2 hay nhiều loại hóa chất đồng thời cho vào nước. Biện pháp đơn giản nhất là sau điểm cho hóa chất, thay 1 đoạn ống nguồn đến bể trộn chính bằng 1 đoạn ống có đường kính d bé hơn với $v_{nước}$ = 1,2 ÷ 1,5m/s, chiều dài đoạn ống trộn tính theo tổn thất áp lực bằng 0,3 ÷ 0,4m.

Nếu ống nước nguồn không đủ chiều dài cần thiết phải dùng thiết bị trộn vành chắn thay cho đoạn ống trộn. Vành chắn tạo ra dòng chảy rối loạn trong ống, đường kính lỗ vành chắn chọn với tổn thất cục bộ 0,3 ÷ 0,4m.

Hình 2-10*: Thiết bị trộn vành chắn*

1. Ống dẫn nước
2. Vành chắn
3. Ống dẫn dung dịch



3. Bể trộn vách ngăn (bể trộn ngang).

Bể gồm 1 đoạn mương bê tông cốt thép có các vách trộn chắn ngang.

Số lượng vách ngăn thường lấy là 3. Để tạo nên sự xáo trộn dòng chảy trên các vách ngăn có thể khoét các hàng cửa sole hoặc các hàng lỗ cho nước đi qua.

- Tiết diện cửa hoặc lỗ tính với vận tốc nước đi qua là $V_{lỗ}$ = 1m/s.
- Đường kính lỗ: $d_{lỗ}$ = (20 ÷ 40)mm
- Tổng diện tích lỗ trên diện tích vách ngăn: $\frac{\sum f_{lo}}{F_{vachngan}} = 0,3 \div 0,35$

- Mép của hàng lỗ trên cùng ngập sâu trong nước từ (10-15)cn

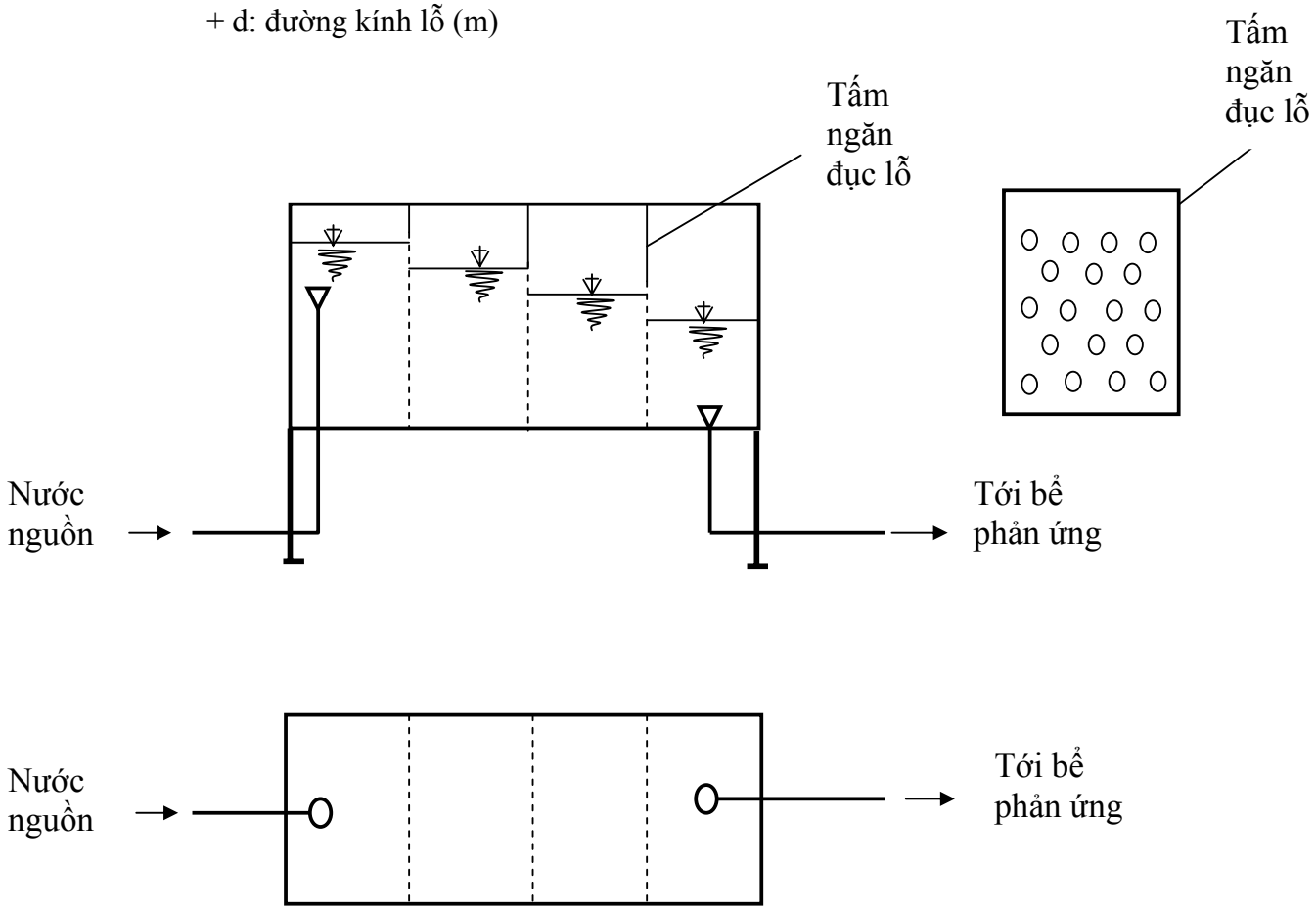
- Số lượng lỗ trên 1 vách ngăn: $n = \frac{4Q}{\pi.v.d^2}$

Trong đó:

+ Q: lưu lượng nước qua bể trộn (m^3/s)

+ v: vận tốc nước qua lỗ (m/s)

+ d: đường kính lỗ (m)



***Hình 2-11**: Bể trộn vách ngăn đục lỗ*

- Tổn thất áp lực qua mỗi vách ngăn: h = (0,10 ÷ 0,15)m.

- Tổng tổn thất áp lực trong bể: ∑h = (0,30 - 0,45)m

- Kích thước của bể tính theo vận tốc nước chảy ở phần mương cuối bể: V_c = 0,6 ÷ 0,7m/s và vận tốc ở phần đầu bể không nhỏ hơn 0,3m/s ($v_đ$ < 0,3m/s).

- Khoảng cách giữa các vách ngăn lấy không bé hơn chiều rộng bể trộn.

* Áp dụng: Trộn nước với dung dịch hóa chất chứa ít cặn như phèn, xô đa.

Thời gian trộn từ 1 ÷ 2 phút.

4. Bể trộn đứng:

Áp dụng trong các nhà máy nước có xử lý bằng vôi sữa. Với chiều nước chảy từ dưới lên, các hạt vôi sẽ được giữ ở trạng thái lơ lửng và hòa tan dần.

Cấu tạo bể trộn đứng gồm 2 phần, phần thân trên có tiết diện vuông hoặc tròn, phần đáy có dạng hình côn với góc hợp thành giữa các tường nghiêng trong khoảng 30 - 40^0.

Kích thước bể trộn, được tính với chỉ tiêu sau:

- Diện tích mặt bằng của bể: $F_1 \leq 15m^2$

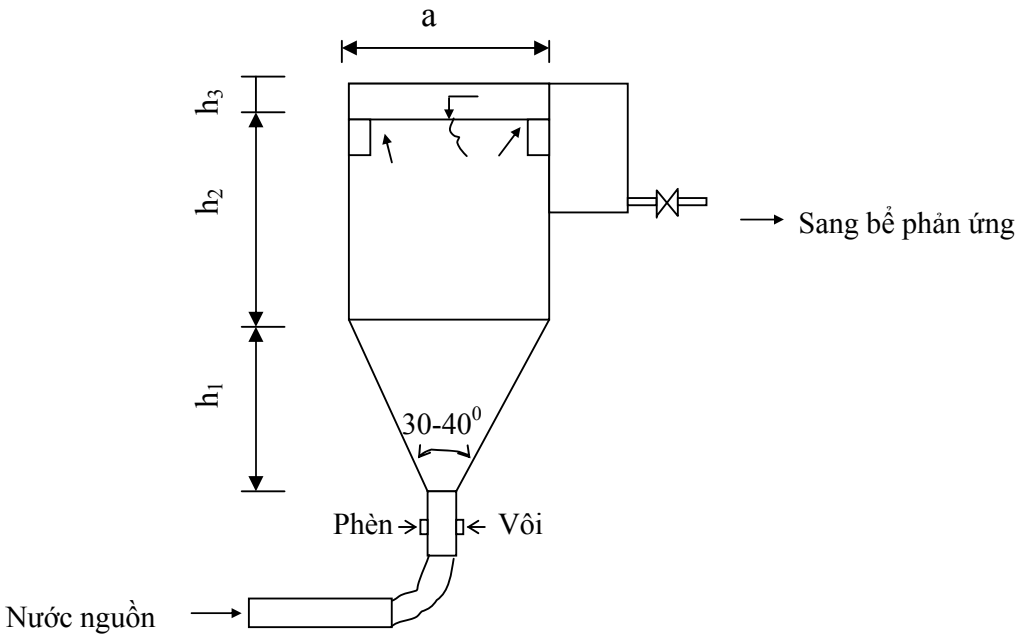
- Vận tốc nước dâng ở phần thân trên: V_2 = 25-28mm/s

- Chiều cao bể tính theo thời gian hòa trộn:

+ Pha trộn với phèn t = 1,5 - 2 phút

+ Pha trộn với vôi t = 3 phút

- Kích thước máng thu tính theo vận tốc nước chảy trong máng V_m = 0,6m/s. Ngoài ra còn có thể sử dụng giàn ống khoan lỗ thu nước thay cho máng vòng hoặc thu nước bằng phễu.



***Hình 2-12**: Bể trộn đứng*

* Xác định kích thước bể:

- Dung tích bể: $w_b = \frac{Q.t}{60.N}$ (m^3)

Trong đó:

+ Q: công suất trạm xử lý (m^3/s)

+ t: thời gian nước lưu trong bể (phút)

+ N: số bể (N≥ 2)

- Xác định chiều cao h_1: $h_1 = \frac{a-b}{2}.\cot g.\frac{\alpha}{2}$ (m)

Trong đó:

+ a: Kích thước phần dưới đáy bể (m)

$a = \sqrt{F_2}\ (m)$

+ b: Kích thước phần trên bể (m)

$b = \sqrt{F_1}\ (m)$

+ $F_2 = \frac{Q}{v_2}\ (m^2)$

+ $F_1 = \frac{Q}{v_1}\ (m^2)$

- Xác định chiều cao h_2 (m)

$$h_2 = \frac{w_2}{F_2}(m)$$

$w_2 = w_b - w_1\ \ (m^3)$

$w_1 = \frac{1}{3}h_1(F_1 + F_2 + \sqrt{F_1.F_2})\ \ m^3$

I.5. Ưu nhược điểm của phương pháp trộn thủy lực:

**** Ưu:***

- Cấu tạo công trình đơn giản, không cần máy móc và thiết bị phức tạp.
- Giá thành quản lý thấp

**** Nhược***:

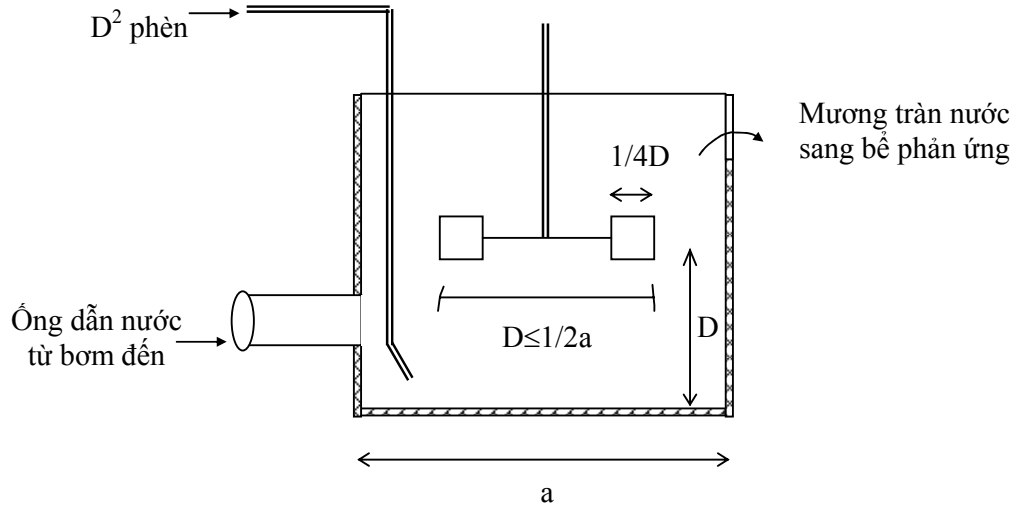
- Không điều chỉnh được cường độ khuấy trộn khi cần thiết.
- Do tổn thất áp lực lớn nên công trình xây dựng phải cao. Trường hợp áp lực nguồn nước còn dư (nguồn nước trên cao tự chảy hoặc áp lực bơm nước nguồn còn dư) nên chọn bể trộn thủy lực.

2.3.3.2 Bể trộn cơ khí:

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

Nguyên tắc: Nước và hóa chất đi vào phía đáy bể, sau khi hòa trộn đều sẽ thu dung dịch trên mặt bể để đưa sang bể phản ứng.

Cánh khuấy có thể là cánh tuốc bin hoặc cách phẳng gắn trên trục quay.



***Hình 2-13**: Bể trộn cơ khí*

Tốc độ quay của trục chọn theo kiểu cánh khuấy và kích thước cánh khuấy.

- Cánh khuấy kiểu tuốc bin có tốc độ quay trên trục là 500 - 1500 vòng/phút.

- Cánh khuấy phẳng: n = 50 - 500 vòng/phút.

Thời gian khuấy trộn 30 - 60s.

Cách khuấy làm bằng hợp kim hoặc thép không rỉ. Bộ phận truyền động đặt trên mặt bể, trục quay đặt theo phương thẳng đứng.

Năng lượng cần thiết để cho cánh khuấy chuyển động trong nước tính theo công thức:

$$N = 51.\ C_d.f.v^3\ (w)$$

Trong đó:

+ C_d: Hệ số sức cản của nước phụ thuộc vào tỷ số giữa chiều dài và chiều rộng của cánh khuấy.

***Bảng 2-2**:Bảng xác định C_d*

l/b	5	20	>20
C_d	1,2	1,5	1,9

+ f: Diện tích hữu ích của bản cách khuấy, tính theo tiết diện vuông góc với chiều chuyển động của cánh khuấy (m^2).

+ v: vận tốc chuyển động tương đối của cánh khuấy so với nước.

$$v = 0,75\frac{2\pi.n}{60}\ \ (m/s)$$

Trong đó:

R: bán kính vành ngoài của cánh khuấy (m)

n: tốc độ quay của trục cánh khuấy (vòng/phút)

Năng lượng tiêu hao cho việc khuấy trộn phụ thuộc vào tiết diện bản cánh khuấy và tốc độ chuyển động của cánh khuấy. Như vậy bằng cách điều chỉnh tốc độ quay trên trục sẽ điều chỉnh được năng lượng tiêu hao và cường độ khuấy trộn.

* Ưu nhược điểm của trộn cơ khí:

- Ưu:

+ Thời gian khuấy trộn nhỏ (t = 30 ÷ 60 giây) nên dung tích bể nhỏ.

+ Điều chỉnh được cường độ khuấy trộn theo yêu cầu.

- Nhược:

+ Thiết bị phức tạp, yêu cầu có trình độ quản lý cao

+ Tốn điện năng, thường khoảng 0,8 ÷ 1,5kW/h/1000m^3 nước.

Áp dụng: cho các nhà máy nước có mức độ cơ giới hóa cao, thường là nhà máy có công suất vừa và lớn.

2.3.3.3. Yêu cầu chung về cấu tạo:

Bể trộn thường được xây dựng thành 1 hoặc nhiều ngăn, tùy theo công suất xử lý và qui trình công nghệ của nhà máy nước. Không cần xây dựng bể hoặc ngăn dự phòng nhưng phải có biện pháp đề phòng sự cố. Khi bể chỉ có 1 ngăn, phải có ống hoặc mương dẫn nước vòng qua bể sang khâu xử lý tiếp theo để dây chuyền xử lý không bị gián đoạn nếu bể trộn ngừng làm việc để sửa chữa.

Vận tốc nước từ bể trộn sang khâu xử lý tiếp theo v = (0,8 - 1)m/s.

2.3.4. Phản ứng tạo bông cặn:

2.3.4.1. Nguyên lý chung:

Hiệu quả quá trình keo tụ phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố. Với mỗi nguồn nước cụ thể sau khi đã xác định liều lượng và loại phèn sử dụng thì hiệu quả keo tụ chỉ phụ thuộc vào cường độ khuấy trộn G và thời gian hoàn thành phản ứng tạo bông cặn T. Thực tế 2 đại lượng này được xác định bằng thực nghiệm.

Quá trình hình thành bông cặn thường cần có G = 30 - 70s^{-1}, thời gian phản ứng từ 15 - 35'.

Giá trị gradien vận tốc xác định theo công thức: $G = \left(\frac{P}{\mu V}\right)^{0,5}$

Trong đó:

- μ: độ nhớt động lực của nước (N m^2/s)

- P: năng lượng tiêu hao cho việc khuấy trộn nước (W)

- v: thể tích bể phản ứng $V = Q.T$ (m^3)

Tùy theo phương pháp khuấy trộn, bể phản ứng tạo bông cặn được phân thành 4 loại:

- Thủy lực
- Cơ khí
- Khí nén
- Bể phản ứng có lớp hạt tiếp xúc.

2.3.4.2. Bể phản ứng tạo bông cặn thủy lực

Nguyên lý: Sử dụng năng lượng của dòng nước, kết hợp với các giải pháp về cấu tạo, để tạo ra các điều kiện thuận lợi cho quá trình tiếp xúc và kết dính giữa các hạt keo và cặn bẩn trong nước.

Theo cơ chế cấu tạo và vận hành:

- Bể phản ứng xoáy:

+ Bể phản ứng hình trụ: 15 - 20’

+ Bể phản ứng hình côn: 6 - 10’

- Bể phản ứng vách ngăn: 20 - 30’

- Bể phản ứng có lớp cặn lơ lửng: 20 - 30’

Bể phản ứng thủy lực có:

+ Gradien vận tốc $G = 30 - 50s^{-1}$

+ Thời gian phản ứng T = 15 - 30 phút

1. Bể phản ứng xoáy gồm 2 kiểu:

a. **Bể phản ứng xoáy hình trụ** thường đặt trong bể lắng đứng, áp dụng cho các nhà máy nước có công suất nhỏ.

Bể gồm một ống hình trụ đặt ở tâm bể đi vào phần trên của bể lắng đứng.

Nước từ bể trộn được dẫn bằng ống rồi qua 2 vòi phun cố định đi vào phần trên của bể. Hai vòi đặt đối xứng qua tâm bể, với hướng phun ngược nhau và chiều phun nằm trên phương tiếp tuyến với chu vi bể.

Do tốc độ vòi phun lớn, nước chảy quanh thành bể tạo thành chuyển động xoáy từ trên xuống. Các lớp nước ở bán kính quay khác nhau có tốc độ chuyển động khác nhau, tạo điều kiện tốt cho các hạt cặn, keo va chạm kết dính với nhau tạo thành bông cặn.

- Đường kính vòi phun chọn theo tốc độ nước ra khỏi vòi v = 2-3m/s
- Tổn thất áp lực tại vòi phun

$$h = 0,06v^2 \text{ (m)}$$

Trong đó:

- v: vận tốc nước qua miệng vòi phun (m/s)
- Đường kính bể xác định theo công thức:

$$D = \sqrt{\frac{4Qt}{60\pi Hn}} \text{ (m)}$$

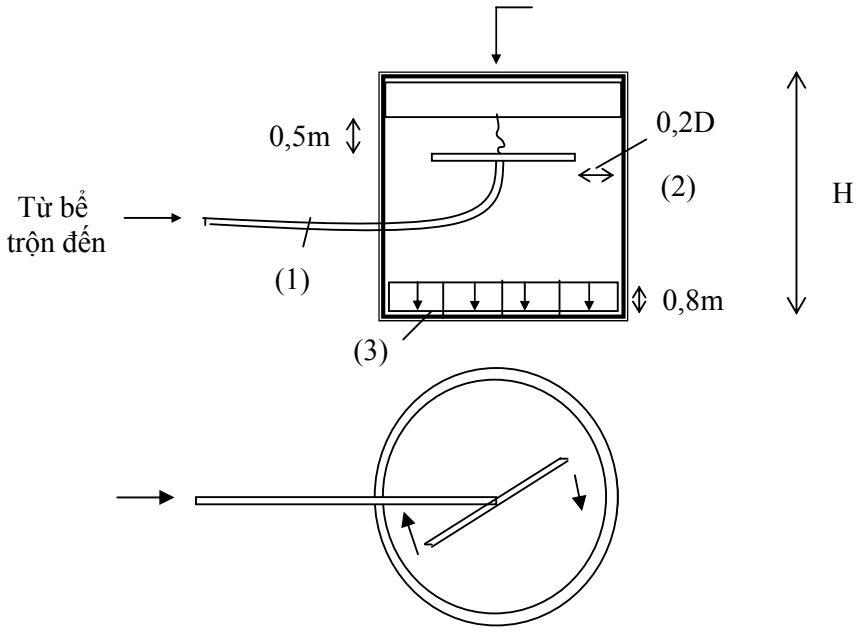
Trong đó:

- Q: Lưu lượng nước xử lý (m^3/h)

- t: Thời gian lưu lại của nước trong bể phản ứng: t = 15-20'

- H; Chiều cao bể phản ứng = 0,9 chiều cao vùng lắng của bể lắng đứng (m). ($H = 0,9H_l$)

- n: số bể phản ứng làm việc đồng thời.



***Hình 2-14**: Bể phản ứng xoáy hình trụ*

(1) Ống dẫn nước vào bể: v = 0,7 ÷ 1,2m/s

(2) Vòi phun

(3) Sàn khử vận tốc xoáy

- Nước chứa bông cặn đi ra từ bể phản ứng. Ở đây theo đường chu kỳ bể đặt các vách ngăn hướng dòng xếp hình nan quạt để dập tắt chuyển động xoáy và phân phối đều nước vào bể lắng.

Khoảng cách giữa các vách ngăn từ 0,1 - 0,6m

- Đường kính miệng vòi phun: $D_v = 1,13\sqrt{\frac{q_v}{\mu.v_v}}$ (m)

Trong đó:

+ q_v: lưu lượng qua 1 vòi phun (m^3/s)

+ μ: hệ số lưu lượng

+ V_v: vận tốc nước qua vòi (2-3)m/s

Cường độ khuấy trộn trong bể xác định = gradien vận tốc:

$$G = \frac{Q\gamma v^2}{2v\eta} \qquad (s^{-1})$$

Trong đó:

- Q: lưu lượng nước vào bể (m^3/s)

- γ: trọng lượng riêng của nước (kg/m^3)

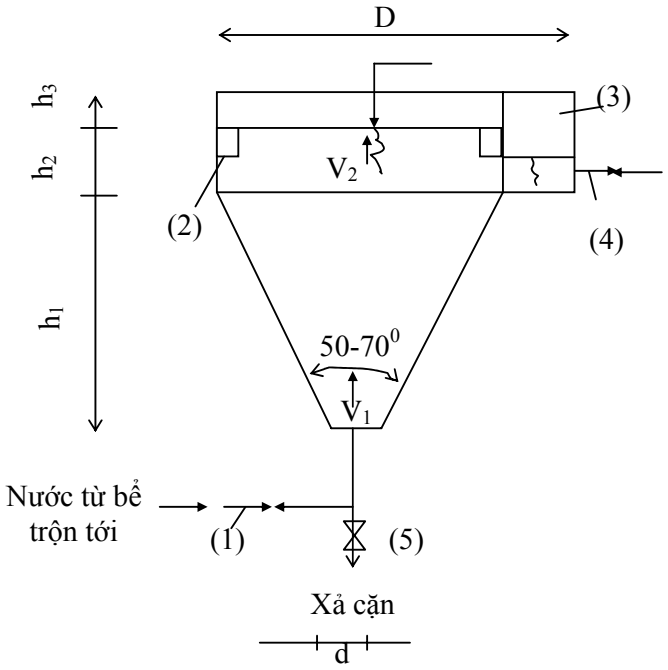
- v: tốc độ nước qua vòi phun (m/s)

- V: dung tích bể phản ứng (m^3)

- η: độ nhớt động học của nước (m^2/s)

b. **Bể phản ứng xoáy hình côn (hình phễu).**

- Nước đi vào ở đáy bể và dâng dần lên mặt bể. Trong quá trình đi lên do tiết kiệm dòng chảy tăng dần nên tốc độ nước giảm dần. Do ảnh hưởng quán tính, tốc độ của dòng nước phân bố không đều trên cùng mặt phẳng nằm ngang ở tâm bể, tốc độ càng lớn hơn và dòng chảy ở tâm có xu hướng phân tán dần ra phía thành bể. Ngược lại, do ma sát các dòng chảy phía ngoài lại bị các dòng bên trong kéo lên. Sự chuyển đông thuận nghịch tạo ra các dòng xoáy nước nhỏ phân bố đều trong bể làm tăng hiệu quả khuấy



***Hình 2-15**: Bể phản ứng hình côn.*

1). Đường dẫn nước vào bể

(2). Máng thu nước xung quanh bể

(3). Máng tập trung

(4). Nước ra khỏi bể

(5). Van xả cặn

Các bông cặn được tạo ra có kích thước tăng dần theo chiều nước chảy, đồng thời tốc độ giảm dần sẽ không phá vỡ, bông cặn lớn đó.

Nước với bông cặn đã hình thành được thu trên mặt bể và đưa sang bể lắng.

- Dung tích bể phản ứng xoáy hình côn tính với thời gian nước lưu lại t = 6-10’

- Góc giữa các tường nghiêng 50-70^0

- Tốc độ nước đi vào đáy bể: V_1 = 0,6 - 1,2m/s

- Tốc độ nước tại điểm thu nước trên bề mặt bể V_2 = 4-10mm/s

- Để thu nước trên bề mặt bể dùng máng hoặc ống khoan lỗ đặt ngập (bể có bề mặt lớn) hay dùng phễu đặt ngập (bể có bề mặt nhỏ). Tốc độ nước chảy trong bộ phận dẫn nước từ bể phản ứng sang bể lắng không được lớn hơn 0,1m/s đối với nước đục và không được lớn hơn 0,05m/s đối với nước màu để đảm bảo cho bông cặn đã hình thành không bị phá vỡ. Khoảng cách dẫn nước sang bể lắng càng nhỏ càng tốt.

Lưu ý: Dùng bể phản ứng xoáy nước trước khi vào bể cần phải được tách hết khí hòa tan trong nước để tránh hiện tượng bọt khí dâng lên trong bể sẽ làm phá vỡ các bông kết tủa vừa tạo thành.

* Tính toán:

- Dung tích bể: $w_b = \frac{Q.t}{60.n}$ (m^3)

Trong đó:

+ Q: lưu lượng nước cần xử lý (m^3/s)

+ t: thời gian nước lưu lại bể, t = 6-10 phút.

- Diện tích đáy của bể $F_1 = \frac{Q}{V_1}$ (m^2)

Trong đó:

+ V_1: vận tốc ở đáy bể (V_1 = 0,6 - 1,2m/s)

- Diện tích phần hình trụ $F_2 = \frac{Q}{V_2}$ (m^2)