

## XỬ LÝ NƯỚC CẤP NÔNG THÔN

### 5.1. YÊU CẦU XỬ LÝ NƯỚC CẤP NÔNG THÔN

#### 5.1.1. Khái niệm

Nguồn nước trong thiên nhiên thường không sạch, đòi hỏi phải có biện pháp xử lý nước nhằm đạt các yêu cầu phẩm chất nước ở các chỉ tiêu lý, hoá và sinh học nhằm đảm bảo sức khoẻ cho người tiêu dùng và cộng đồng. (Xem tiêu chuẩn nước cấp ở phần phụ lục). Công trình xử lý nước cấp có nhiều dạng kiểu khác nhau. Tùy theo yêu cầu dùng nước và nguồn cung cấp, các kỹ sư sẽ quyết định chọn lựa hình thức xử lý. Một số khía cạnh cần lưu ý:

- ☑ **Yêu cầu kỹ thuật:** qui mô nhà máy xử lý, qui mô công trình trữ và dẫn nước, bố trí và tính toán thủy lực đường ống hợp lý, ... Giảm thiểu việc bố trí máy móc phức tạp và khó bảo dưỡng.
- ☑ **Yêu cầu về công nghệ:** nước sau khi được xử lý đảm bảo đạt yêu cầu dùng nước, đảm bảo việc cung cấp đầy đủ đến người tiêu dùng, hạn chế việc sử dụng hóa chất đắt tiền và công nghệ phức tạp.
- ☑ **Yêu cầu về kinh tế:** Chi phí công trình hợp lý, giá thành nước được người tiêu dùng chấp nhận được, chi phí vận hành và bảo dưỡng thấp., chi phí vận hành và bảo dưỡng thấp.
- ☑ **Yêu cầu về vệ sinh - môi trường:** hệ thống vận hành không gây ra các vấn đề về môi trường và vệ sinh khu vực.

#### 5.1.2. Phân loại

Có thể phân loại các công nghệ xử lý nước như sau:

Bảng 5.1: Phân loại công nghệ xử lý nước

| Phân loại          | Công nghệ                   | Áp dụng                                     |
|--------------------|-----------------------------|---|
| Mức độ             | Xử lý triệt để              | Nước sinh hoạt, ngành CN nồi hơi cao áp     |
|                    | Xử lý không triệt để        | Ngành công nghiệp làm nguội, rửa sàng, ...  |
| Biện pháp          | Không dùng chất keo tụ      | Nước nông thôn, trạm trại, hiệu quả nhỏ     |
|                    | Có dùng chất keo tụ         | Đạt yêu cầu cao về độ đục và độ màu         |
| Số bậc, quá trình  | Một hay nhiều quá trình     | Lắng lọc độc lập hoặc kết hợp (2 quá trình) |
|                    | Một hay nhiều bậc quá trình | Lắng lọc sơ bộ rồi lọc trong (2 bậc lọc)    |
| Đặc điểm dòng chảy | Tự chảy                     | Nước tự chảy qua các công trình xử lý       |
|                    | Có áp                       | Nước chảy qua các công trình kín            |

Tùy theo thông số chất lượng nước, các công trình xử lý nước sau được khuyến cáo áp dụng theo hiệu quả các quá trình xử lý.

Bảng 5.2: Hiệu quả các quá trình xử lý nước

| Thông số chất lượng nước \ Quá trình xử lý | Làm thoáng khí | Đông cứng và kết bông | Lắng | Thẩm lọc nhanh | Thẩm cát | Dùng chất chlor |
|--|----------------|-----------------------|------|----------------|----------|-----------------|
| Hàm lượng Oxy hòa tan                      | +              | o                     | o    | -              | --       | +               |
| Khử Dioxid carbon                          | -              | o                     | o    | +              | +        | +               |
| Giảm độ đục                                | o              | +++                   | +    | +++            | ++++     | o               |
| Giảm màu                                   | o              | +                     | +    | +              | +        | +               |
| Khử mùi và vị                              | +              | +                     | +    | +              | +        | +               |
| Khử khuẩn trùng                            | o              | +                     | +    | +              | ++++     | ++++            |
| Khử sắt và mangan                          | +              | +                     | +    | ++++           | ++++     | o               |
| Khử chất hữu cơ                            | +              | +                     | +    | +++            | ++++     | +++             |

Ghi chú:

- + : hiệu quả tích cực
- o : không hiệu quả
- : hiệu quả không tốt

(Nguồn: Nguyễn Duy Thiện,

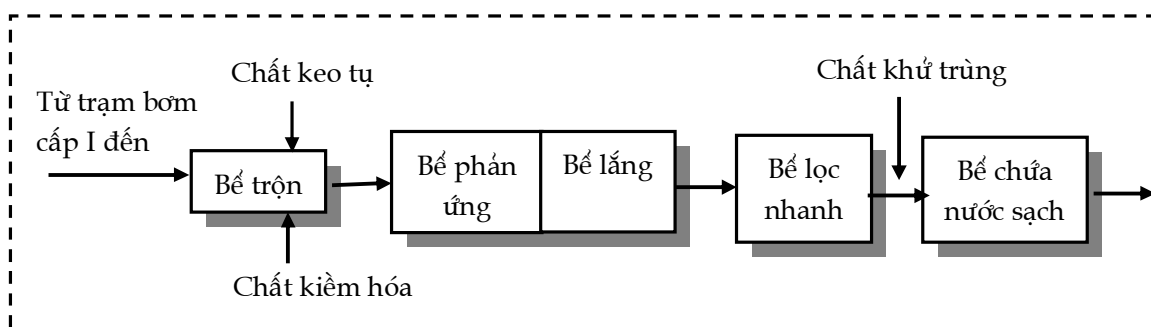
Các công trình cấp nước sạch cho thị trấn và cộng đồng dân cư nhỏ, 2000)

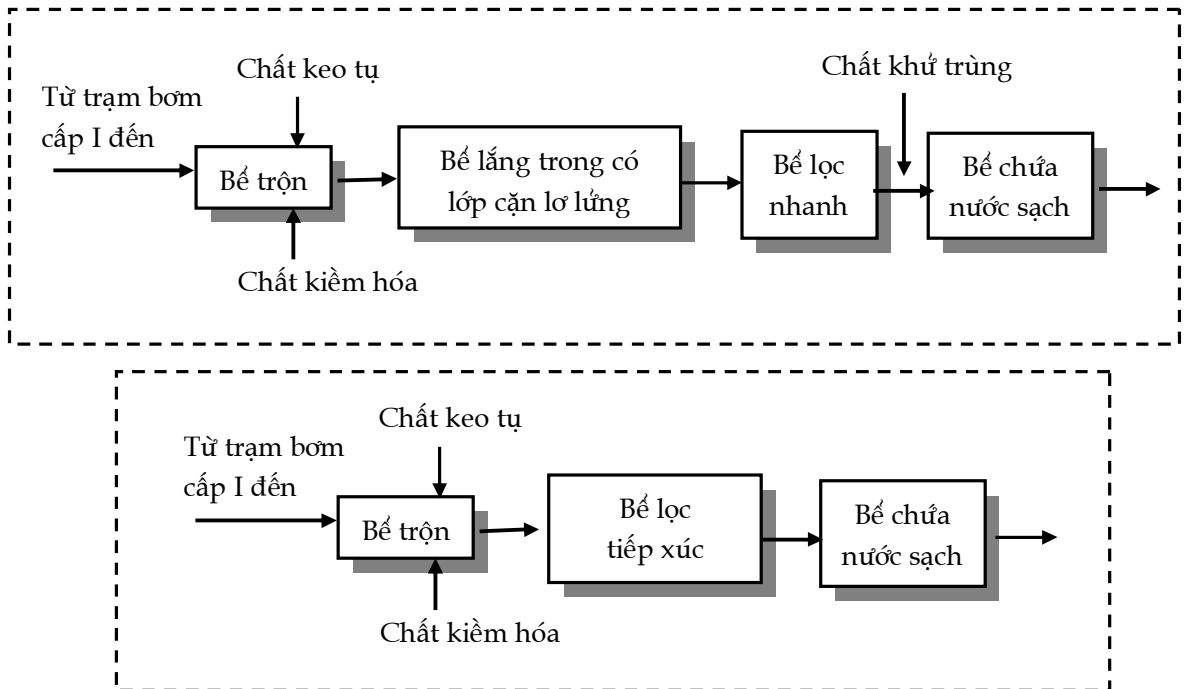
## 5.2. CÁC SƠ ĐỒ XỬ LÝ NƯỚC

### 5.2.1. Các sơ đồ

Tùy theo yêu cầu dùng nước và khả năng tài chính mà ta có các sơ đồ xử lý nước khác nhau. Dưới đây là một số sơ đồ tương đối đơn giản và phổ biến:

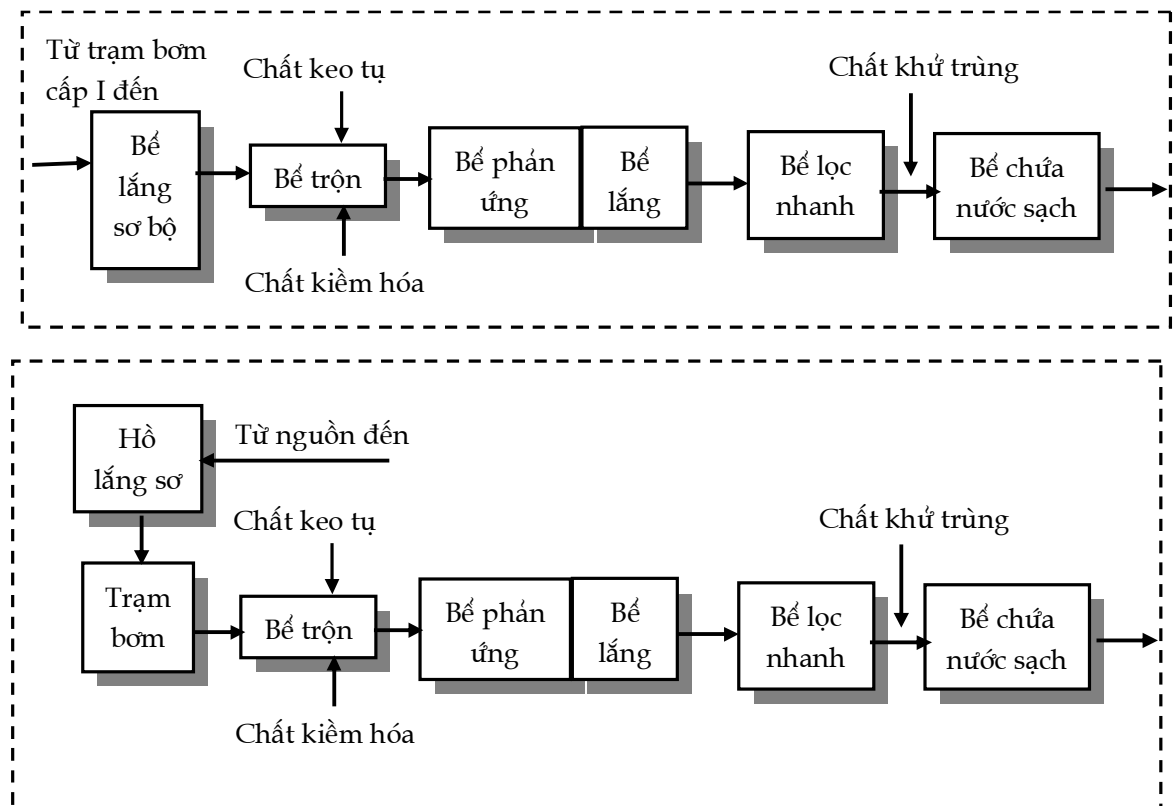
Khi nguồn nước có hàm lượng cặn  $\leq 2500$  mg/l





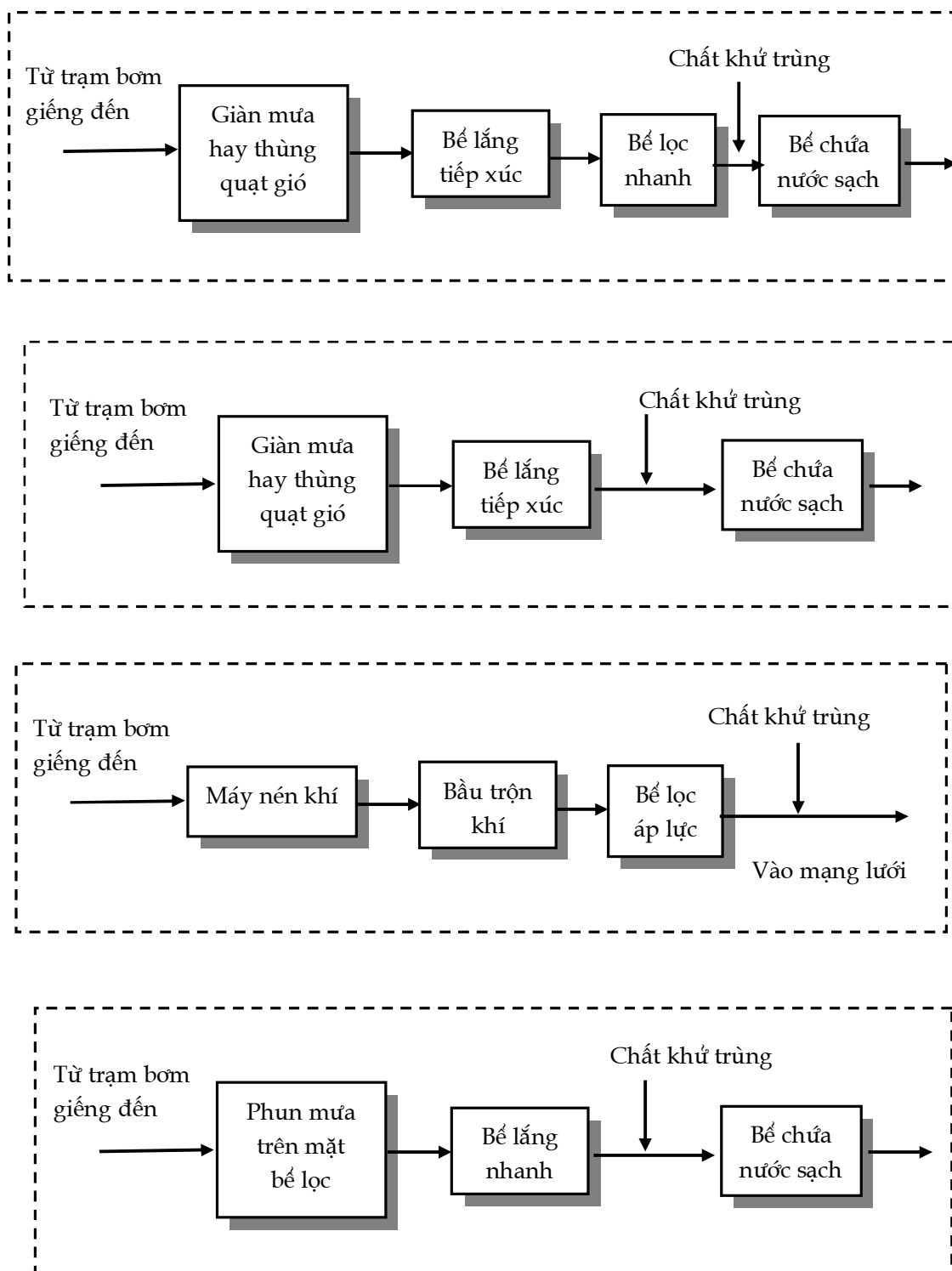
Hình 5.1: Các sơ đồ xử lý nước đơn giản khi có hàm lượng cặn nhỏ hơn 2500 mg/l

Khi nguồn nước có hàm lượng cặn  $\geq 2500$  mg/l



Hình 5.2: Các sơ đồ xử lý nước đơn giản khi có hàm lượng cặn lớn hơn 2500 mg/l

☑ *Khi nguồn nước là nước ngầm*



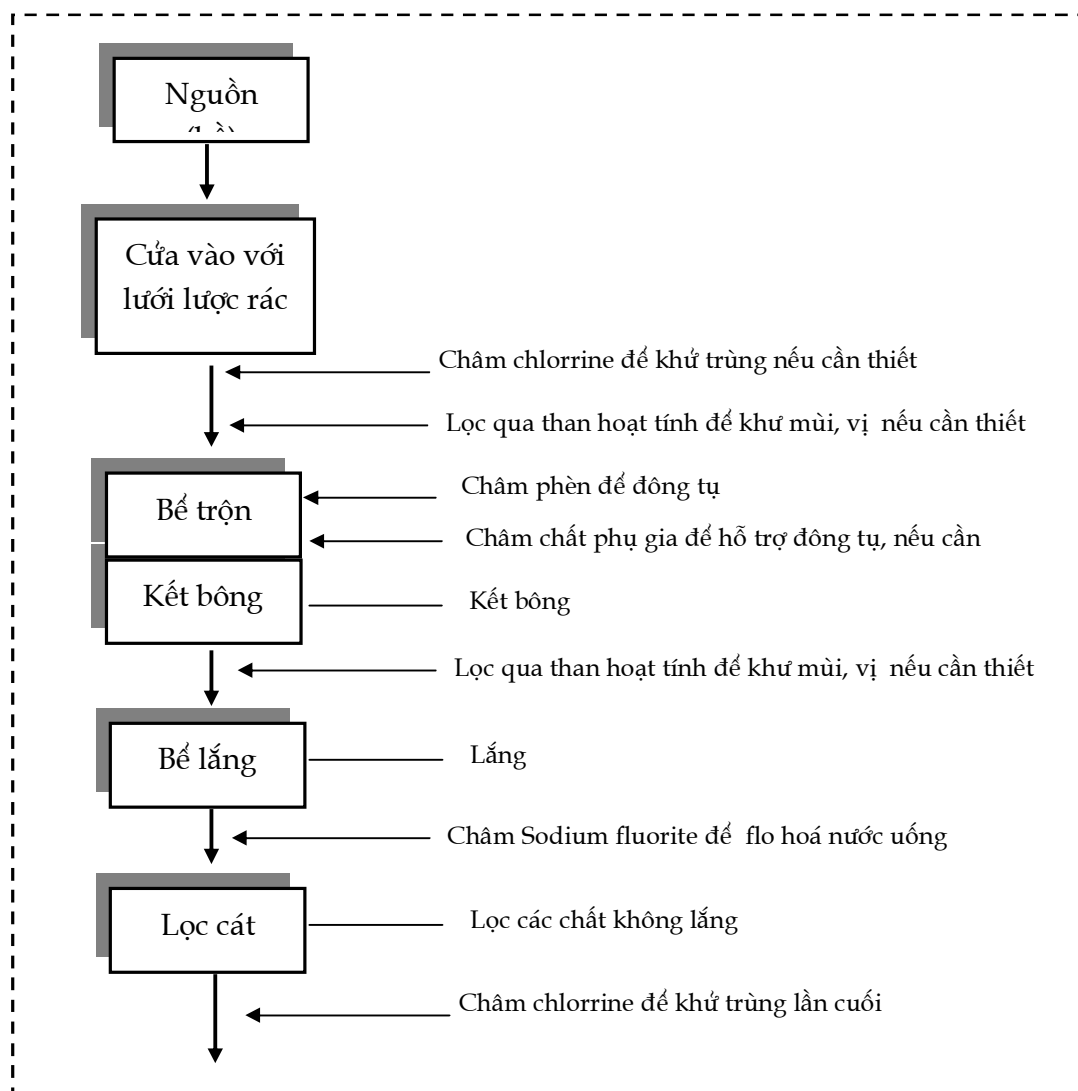
Hình 5.3: Các sơ đồ xử lý nước đơn giản khi nguồn nước là nước ngầm

Các sơ đồ trên phù hợp với yêu cầu sử dụng nước không cao lắm, có thể áp dụng cho những vùng nông thôn, riêng trường hợp có yêu cầu nước uống có chất lượng cao (hoàn toàn không mùi, không vị, sạch trùng, có yêu cầu flo hóa, ...) để dùng trong chế biến nông sản, thực phẩm, nước uống đóng chai, ta có thể sử dụng sơ đồ sau:

(Theo Warren Viessman, Jr. và Mark J. Hammer, 1998)

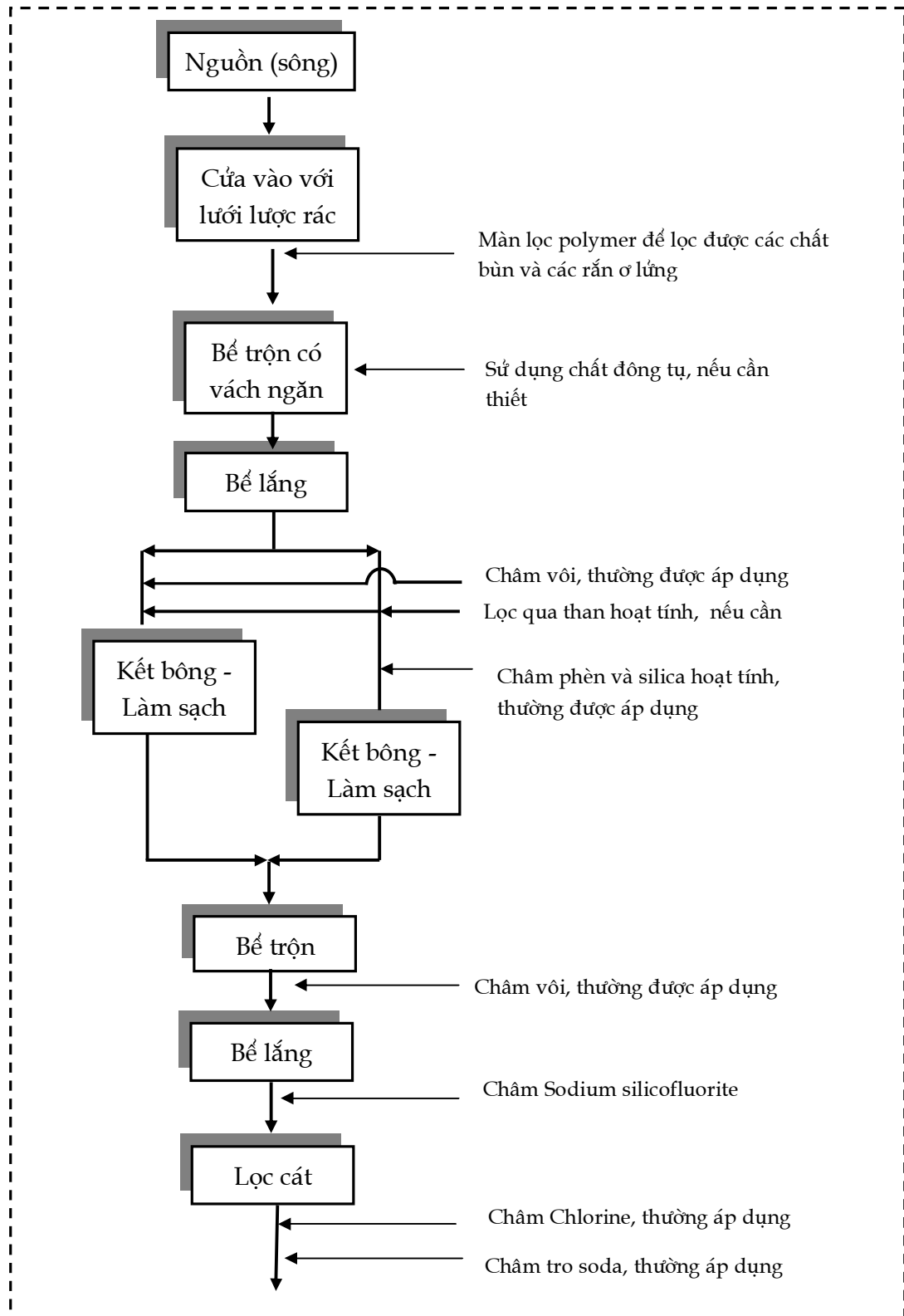
Các cắt nghĩa và liều lượng xử lý hóa chất, trình bày ở phần sau.

☑ *Khi nguồn nước là nước từ các hồ chứa nước, hồ thiên nhiên*



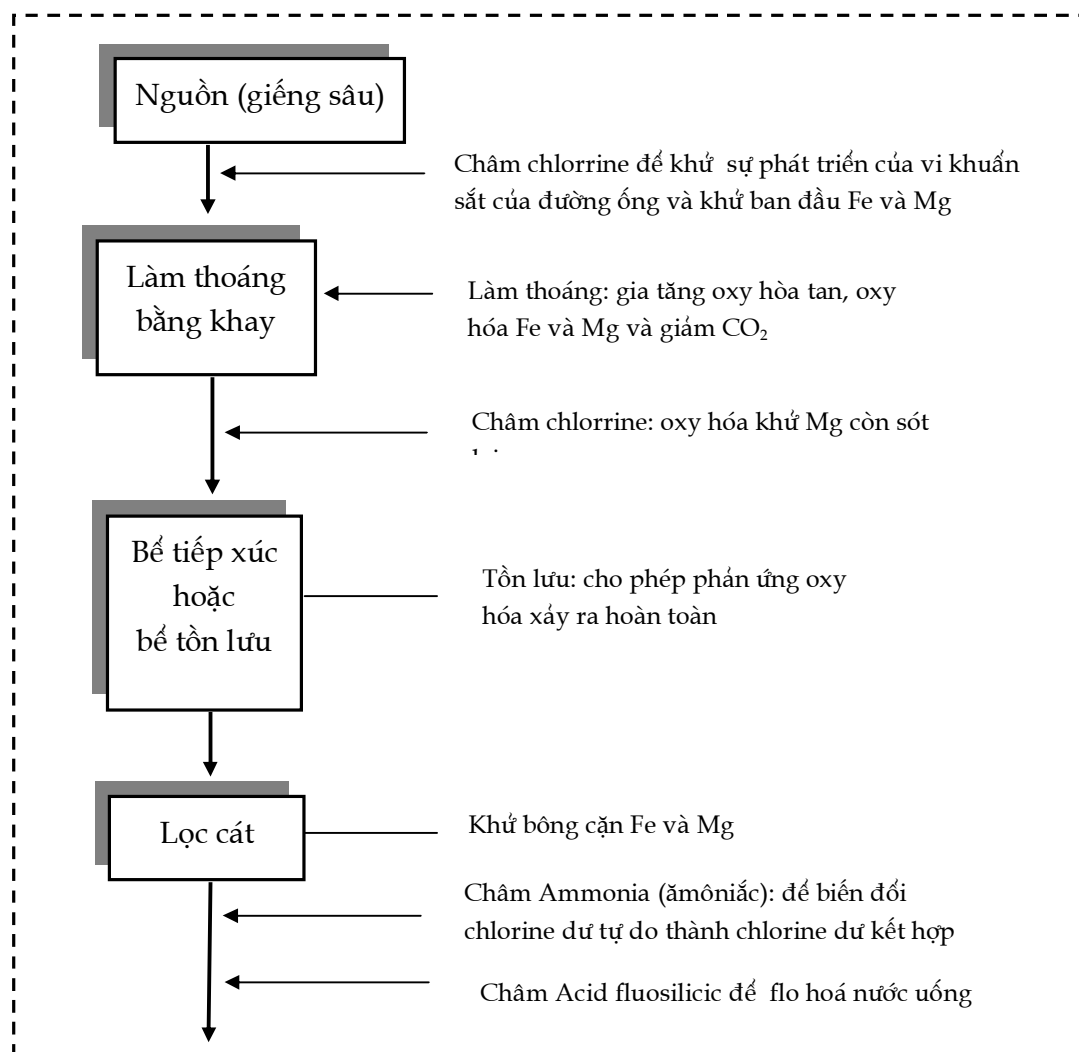
Hình 5.4: Sơ đồ xử lý nước khi nguồn nước từ hồ chứa

☑ Khi nguồn nước là nước sông



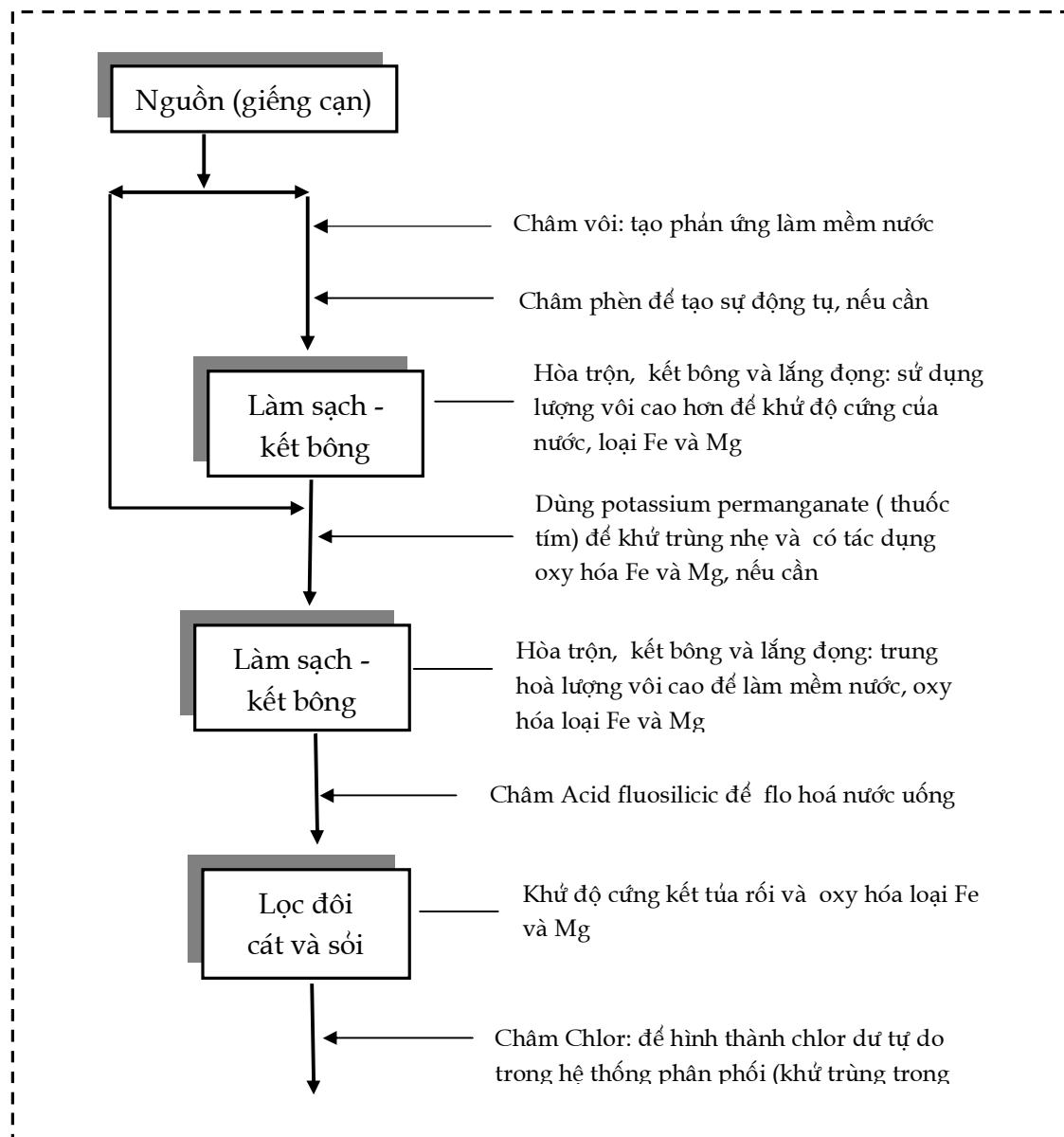
Hình 5.5: Sơ đồ xử lý nước khi nguồn nước từ sông

☑ *Khi nguồn nước là giếng sâu*



Hình 5.6: Sơ đồ xử lý nước khi nguồn nước từ giếng sâu

☑ *Khi nguồn nước là giếng cạn*



Hình 5.7: Sơ đồ xử lý nước khi nguồn nước từ giếng cạn



## 5.2.2. Phạm vi sử dụng

Bảng 5.3: Phạm vi sử dụng các công nghệ xử lý nước (TCXD - 33) - 1985

| Thành phần các công trình chính của dây chuyền công nghệ  | Điều kiện sử dụng  |                    |   |
|---|--|--------------------|---|
|   | Chất lượng nước nguồn  |                    | Công suất trạm xử lý (m <sup>3</sup> /ngày) |
|   | H.lượng cặn không tan (mg/l)   | Độ màu cobalt (độ) |   |
| 1   | 2  | 3                  | 4   |
| <b>I. Xử lý nước mặt đục và có màu</b>  |  |                    |   |
| <b>A. Xử lý nước có dùng phèn</b>   |  |                    |   |
| 1- Trạm có bể lọc nhanh   |  |                    |   |
| a) Bể lọc áp lực  | đến 50   | đến 80             | đến 3000                                    |
| b) Bể lọc   | đến 30   | đến 50             | bất kỳ                                      |
| c) Bể lắng đứng, bể lọc   | đến 2500   | bất kỳ             | đến 3000                                    |
| d) Bể lắng trong, bể lọc  | đến 2500   | bất kỳ             | đến 3000                                    |
| e) Bể lắng ngang, bể lọc  | đến 2500   | bất kỳ             | trên 3000                                   |
| f) Bể lắng sơ bộ, bể lắng, bể lọc   | đến 2500   | bất kỳ             | bất kỳ                                      |
| g) bể lọc hạt to làm trong một phần   | đến 80   | đến 150            | bất kỳ                                      |
| 2- Bể lọc tiếp xúc  | đến 150  | đến 150            | bất kỳ                                      |
| 3- Bể lắng/bể lắng trong để làm sạch một phần   | đến 2500   | bất kỳ             | bất kỳ                                      |
| <b>B. Xử lý nước không dùng phèn</b>  |  |                    |   |
| 4- Trạm xử lý có bể lọc chậm  |  |                    |   |
| a) Khi phục hồi phải lấy cát ra   | đến 50   | đến 50             | đến 1000                                    |
| b) Khi phục hồi không phải lấy cát ra (xối bằng cơ khí và rửa bằng nước)  | đến 700  | đến 50             | đến 30.000                                  |
| c) Bể lọc sơ bộ, bể lọc chậm phục hồi bằng cơ giới  | đến 1000   | đến 50             | đến 30.000                                  |
| 5. Bể lọc hạt to làm trong một phần   | đến 150  | đến 150            | bất kỳ                                      |
| <b>II. Xử lý nước ngầm chứa sắt</b>   |  |                    |   |
| 1. Giàn mưa (công trình làm thoáng tự nhiên) lọc phá hay lọc tiếp xúc, lọc chậm   | Hàm lượng sắt bất kỳ sau khi làm thoáng: pH ≥ 7; độ kiềm ≥ 2 mgđl/l                          |                    | đến 2400<br>bất kỳ                          |
| 2. Giàn mưa, bể lắng tiếp xúc, lọc nhanh hoặc giàn mưa, lọc tiếp xúc  | H <sub>2</sub> S ≤ 0,2 mg/l. NH <sub>4</sub> < 1 mg/l, độ oxy hóa ≤ (0,15 Fe <sup>2+</sup> ) |                    | bất kỳ                                      |
| 3. Công trình làm thoáng cưỡng bức dùng quạt gió, bể tiếp xúc, lọc nhanh hoặc công trình làm thoáng dùng quạt gió, lọc tiếp xúc | Hàm lượng sắt < 12 mg/l, pH ≥ 6,8  |                    | < 500                                       |
| 4. Ejector thu khí, lọc áp lực  |  |                    | bất kỳ                                      |
| 5. Máy nén khí, lọc áp lực  |  |                    | bất kỳ                                      |
| 6. Phun mưa trên mặt bể lọc, lọc nhanh hoặc lọc tiếp xúc  | Hàm lượng sắt < 9 mg/l, pH > 7   |                    | bất kỳ                                      |

Bảng 5.4: Các biện pháp hóa học bổ sung và các hóa chất theo TCXD - 33: 1985

| <b>Các chỉ tiêu chất lượng nước</b>                         | <b>Phương pháp xử lý hóa học</b>  | <b>Hóa chất sử dụng</b>   |
|---|---|---|
| Nước có độ đục cao  | Đánh phèn. Xử lý bằng chất phụ trợ keo tụ                                     | Phèn nhôm, phèn sắt chất phụ trợ keo tụ: poliacrilamit, axit silic, hoạt hóa, ... |
| Nước có độ màu cao, có nhiều chất hữu cơ và phù du sinh vật | Chlor hoá trước, đánh phèn, xử lý bằng chất phụ trợ keo tụ, ôzôn hóa          | Chlor phèn chất phụ trợ keo tụ, ôzôn  |
| Độ kiềm thấp  | Kiểm hóa nước   | Vôi, xôđa, xút  |
| Có mùi và vị  | Cacbon hoá, chlor hóa trước, chlor hóa trước kèm amôniac hóa, xử lý bằng kali | Than hoạt tính, chlor lỏng, Kali permanganat, amôniac, ôzôn                       |
| Nước có nhiều muối cứng                                     | Khử carbon, làm mềm bằng vôi, xôđa, trao đổi ion                              | Vôi, xôđa, phèn (sắt chlorua), muối ăn, axit sulfuric                             |
| Hàm lượng muối cao hơn tiêu chuẩn                           | Trao đổi ion, điện phân, chưng cất  | Axit sulfuric   |
| Có hydro sulfua (H <sub>2</sub> S)                          | Axit hóa, làm thoáng, chlor hóa, đánh phèn                                    | Axit sulfuric, xôđa, xút, vôi   |
| Nhiều oxy hòa tan   | Liên kết bằng các chất khử  | Sulfate hoặc natri thiosulfate. Khí sunfuro, hydrazin                             |
| Nước không ổn định, trị số bão hòa thấp (ăn mòn)            | Permanganat, ôzôn hóa, kiểm hóa, phốt phát hóa                                | Vôi, xôđa, phốt phát natri  |
| Nước không ổn định có chỉ số bão hòa cao                    | Axit hóa, phốt phát hóa   | Axit sulfuric, phốt phát natri  |
| Nước có vi trùng  | Chlor hóa, ôzôn hóa   | Chlor, vôi, xôđa, phèn Kali permanganat   |
| Nước có nhiều sắt   | Làm thoáng, chlor hóa, kiểm hóa, đánh phèn bằng kali permanganate, lọc kation |   |

### 5.3. LỌC NƯỚC

#### 5.3.1. Khái niệm và phân loại

Lọc nước là một trong những quá trình làm cải thiện chất lượng nước cả về mặt lý học, hóa học và sinh học bằng cách cho chúng đi qua các lớp vật liệu lọc nhằm phân tách trên bề mặt hoặc một phần sâu trong các lớp vật liệu các hạt cặn lơ lửng, các chất keo tụ và một phần vi sinh vật trong nước.

Vật liệu lọc thường được sử dụng rộng rãi là cát mịn, cát thô, sạn sỏi, than đá, xỉ than, xơ dừa, sứ xốp ... là những thứ rẻ tiền và dễ tìm và hiệu quả tương đối cao. Ngoài ra, công nghệ hiện đại còn tạo ra các vật liệu xốp bằng vải màng, sợi hóa học, hạt lọc, ... để gia tăng hiệu quả lọc.

Trong quá trình lọc, các tạp chất bẩn trong nước bị giữ lại và tích tụ trên bề mặt và trong các lỗ kẽ, các mao quản của vật liệu lọc. Dần dần chúng tích tụ trở thành lực cản cho quá trình lọc và làm hiệu suất lọc giảm dần. Do vậy, sau một thời gian sử dụng, người ta phải vệ sinh, thay rửa vật liệu lọc.

Dựa vào tính chất lọc, ta có 2 phương pháp lọc: lọc nhanh và lọc chậm.

Bảng 5.4. Sự khác biệt giữa lọc nhanh và lọc chậm

| Thông số                     | Lọc nhanh   | Lọc chậm  |
|------------------------------|---|---|
| • Bề mặt lọc                 | ➤ Tối đa 100 m <sup>2</sup>   | ➤ Từ 100 m <sup>2</sup> - 10.000 m <sup>2</sup>   |
| • Cột nước trên vật liệu lọc | ➤ 1 - 3 m   | ➤ 0,8 - 1,8 m   |
| • Chiều cao vật liệu lọc     | ➤ 0,5 - 2,5 m   | ➤ 0,6 - 1,0 m   |
| • Đường kính hạt             | ➤ 0,5 - 5 mm  | ➤ 0,1 - 0,5 mm  |
| • Độ đồng đều của hạt        | ➤ Rất quan trọng  | ➤ Không quan trọng  |
| • Tổn thất cột nước          | ➤ dưới 3 m  | ➤ 1 - 2 m cột nước  |
| • Vận tốc lọc                | ➤ 3 - 20 m/h  | ➤ 0,05 - 0,5 m/h  |
| • Thời gian lọc              | ➤ 10 - 150 giờ  | ➤ 1 - 12 tháng  |
| • Làm sạch - rửa lọc         | ➤ Dùng dòng chảy ngược  | ➤ Làm sạch 3-5 cm trên mặt  |
| • Tác dụng                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tách chất gây đục</li> <li>▪ Có tính hấp thụ khi có than hoạt tính</li> <li>▪ Tách được acid (khi dùng cột lọc CaCO<sub>3</sub>)</li> <li>▪ Oxy hóa tách được sắt và mangan</li> <li>▪ Ứng dụng lọc nhanh sinh học NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, hữu cơ, C, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ...</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tách hiệu quả vi sinh, tạp chất hữu cơ</li> <li>▪ Giảm COD</li> <li>▪ Oxy hóa amoniac</li> <li>▪ Tách được các chất gây đục có kích thước nhỏ</li> </ul> |

### 5.3.2. Lọc nhanh

Lọc nhanh (*Rapid Filtration*) là một trong những biện pháp làm trong nước. Nếu thiết bị hoặc phương tiện có tốc độ lọc trong khoảng 5 - 50 m<sup>3</sup>/giờ cho một đơn vị diện tích lọc (1 m<sup>2</sup>) thì được xem là lọc nhanh. Bể lọc nhanh được dùng phổ biến trong hệ thống xử lý nước mặt có dùng chất đông tụ hoặc khử sắt của hệ thống xử lý nước ngầm. Quá trình lọc nhanh được sử dụng đầu tiên năm 1895 ở Hoa kỳ do Somerville và New Jerxy thực hiện và ở thành phố Zurich (Thụy sĩ). Cần phân biệt:

#### *Theo tính chất lọc:*

- **Lọc nhanh trực tiếp:** hoàn toàn mang tính chất vật lý, không qua xử lý hóa học. Nước được loại bỏ các chất cặn và chần bẩn khác nhờ đi qua các vật liệu lọc khác nhau do tự chảy hoặc động lực (bơm).
- **Lọc nhanh có đông tụ:** có sự tham gia các hoá chất có tác dụng làm đông tụ các hạt bùn cát lơ lửng trước khi đi qua các lớp vật liệu lọc.

#### *Theo chiều lọc:*

- **Lọc từ cao xuống thấp (lọc xuôi):** nước được bơm lên cao và chảy xuống theo tác dụng của trọng lực hoặc áp suất, vật liệu lọc hoàn toàn chìm trong nước. Các vật liệu lọc được chọn là những chất có trọng lượng riêng lớn hơn nước (cát, sạn sỏi, than đá, ...). Ở dạng lọc này, tổn thất thủy lực dòng chảy thường rất cao.
- **Lọc từ dưới lên cao (lọc ngược):** Nước được đẩy ngược lên qua môi trường lọc là các vật liệu lọc xếp được bao che trong các lưới bảo vệ. Vật liệu lọc nhẹ hơn nước (bọt xốp, hạt nhựa, màng lọc, ...). Ở dạng lọc này, nước phải được trữ trong các ống lớn nhưng tổn thất thủy lực được giảm nhẹ do trọng lượng vật liệu lọc nhỏ.
- **Lọc 2 chiều:** nước chảy qua vật liệu lọc theo cả 2 chiều, từ dưới lên và từ xuống. Nước đã lọc được thu ở giữa.

#### ▽ Tác dụng của than hoạt tính trong các bể lọc

Than hoạt tính (*active coat/activated carbon*) có thể làm ra từ các nguyên liệu thô có chứa carbon. Nó có thể từ than đá, than nung từ cây, than nung từ gáo dừa, than bùn... Các nguyên liệu này được xử lý bằng cách khử nước và carbon hóa bằng nung nhiệt chậm trong điều kiện thiếu khí theo sự hoạt hóa để hình thành một sản phẩm có cấu trúc xốp cao. Bột than hoạt tính (*Powered activated carbon* -

PAC) dùng trong xử lý nước với đặc điểm hấp phụ rất cao với các chất gây mùi trong nước. Với PAC, liều sử dụng để khử mùi và vị khoảng 5 mg/l cho thời gian tiếp xúc từ 10 - 15 phút. Than hoạt tính dạng hạt (*Granular activated carbon - GAC*) làm từ than đá có đặc điểm lý học tốt nhất về tỷ trọng, có kích thước phân tử, có tính kháng mòn và thành phần tro. Do những đặc tính tính tế như vậy, than GAC được dùng trong việc lọc trong các chỗ khuấy, vận chuyển nước trong bể xi măng và tái kích hoạt nhiệt.

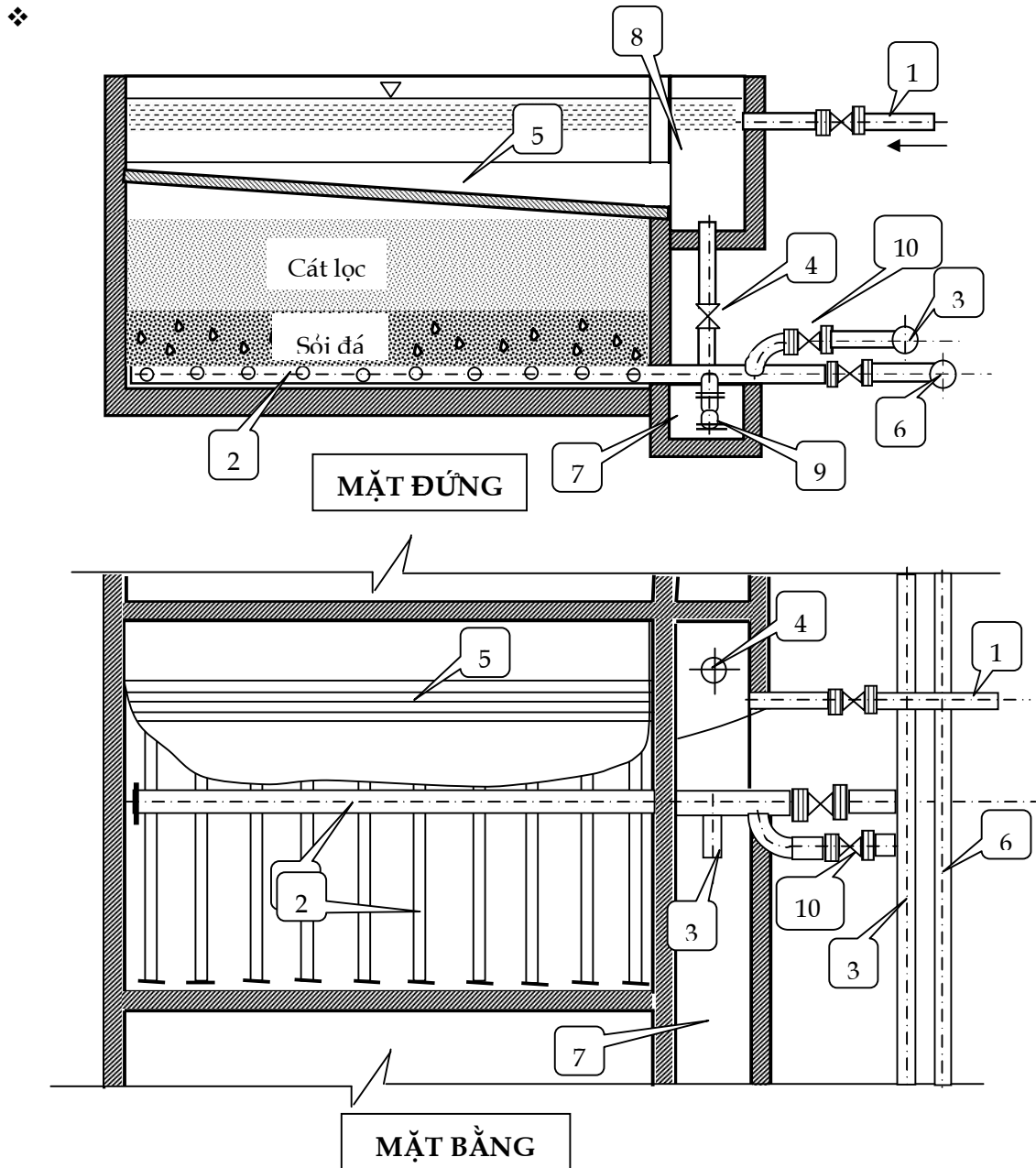
Có thể sử dụng than đá khai thác nguyên khối hoặc dạng hạt, than cốc có đường kính 1 - 3 mm. Than cây (các loại cây rừng) được nung nhiệt, than gáo dừa, than bùn ép thành bánh hoặc dạng bột. Than gáo dừa nung kỹ có khả năng hấp thu mùi rất cao so với các loại than khác.

Đối với loại nước có mùi cần lọc qua than đá với bề dày lọc khoảng 1,5 - 4 mét. Tốc độ lọc 50 m/h. Ước tính để lọc 1 m<sup>3</sup> nước/giờ cần khoảng 0,06 - 0,12 m<sup>3</sup> than. Nếu dùng bột than, trộn khoảng 5 - 12 mg/lít nước.

#### ❖ **Kết cấu bể lọc nhanh**

Hình 5.8 là một dạng thiết kế bể lọc nhanh theo nguyên tắc trọng lực. Bể lọc loại này có 2 tác dụng lọc nước và rửa bể.

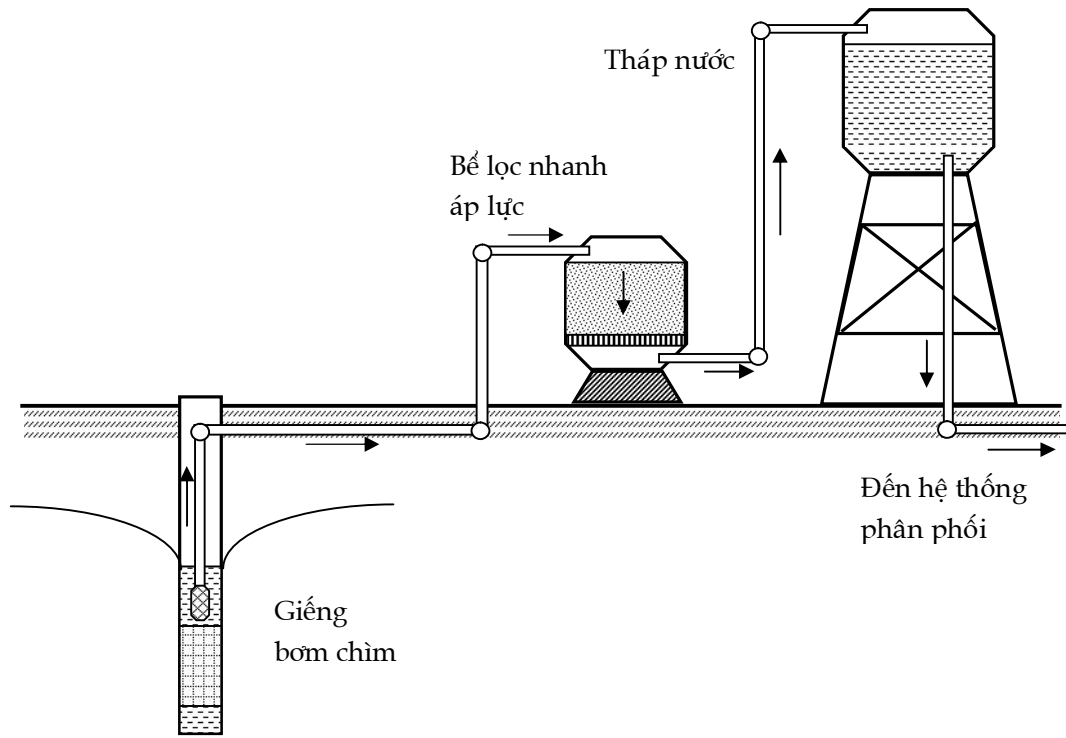
- **Khi lọc nước:** Nước sau khi được dẫn từ bể lắng sang (số 1), đưa qua máng phân phối (số 8) vào bể lọc và chảy theo trọng lực qua các lớp vật liệu lọc (cát, sỏi đá). Hệ thống thu nước đã lọc (số 2) và dẫn ra ngoài (số 3). Trong thời gian đầu lọc, khóa các van số 3 và số 6, mở van số 4 để xả bỏ lượng nước đầu, thời gian xả bỏ lượng nước đầu qui định khoảng 10 phút. Khi lấy nước lọc trong thì phải khóa các van số 4 và van số 6.
- **Khi rửa bể:** Nước rửa được bơm áp lực hoặc từ đài nước cung cấp vào bể qua ống dẫn (số 6), khóa van số 3. Nước sẽ trào ngược qua lớp sỏi đá lên lớp cát lọc kéo theo các cặn bẩn trào vào máng thu nước rửa (số 5), theo hướng dốc đổ vào máng tập trung (số 8) và theo lỗ xả (van số 4) xuống mương thoát nước (số 7). Khi nào thấy nước xuống mương thoát hết đục thì ngưng.



Hình 5.8: Bể lọc nhanh trọng lực

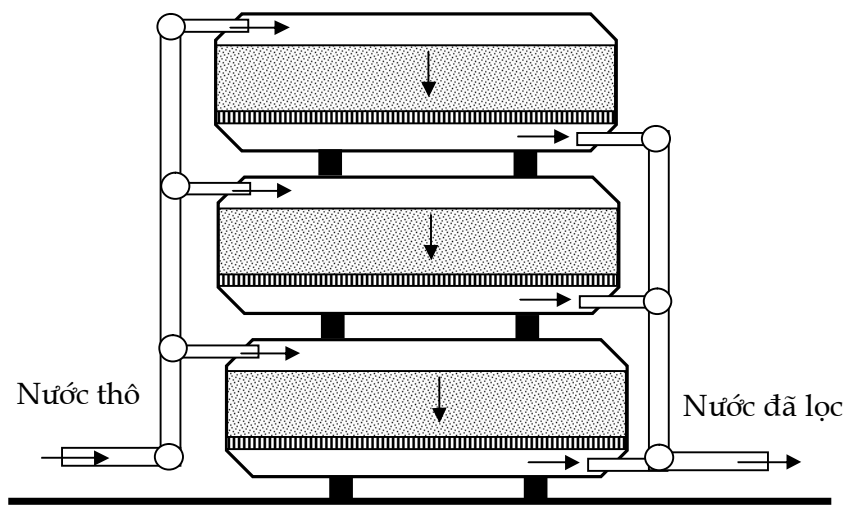
- |  |  |
|--|--|
| 1. Ống dẫn nước từ bể lắng sang;       | 2. Ống thu nước đã lọc và phân nước rửa; |
| 3. Ống thu nước đã lọc;                | 4. Ống xả nước lọc rửa;                  |
| 5. Máng phân nước lọc và thu nước rửa; | 6. Ống dẫn nước rửa lọc;                 |
| 7. Mương thoát nước rửa bể;            | 8. Máng phân phối nước cần lọc;          |
| 9. Ống xả nước lọc đầu;                | 10. Van điều chỉnh tốc độ lọc.           |

Ta có thể xây dựng cách lọc nhanh áp lực nhằm tập dụng áp lực máy bơm để đưa nước đã qua lọc nhanh lên tháp nước, tránh việc bố trí bơm 2 lần như hình:



Hình 5.9: Bể lọc nhanh áp lực để khỏi bơm 2 lần

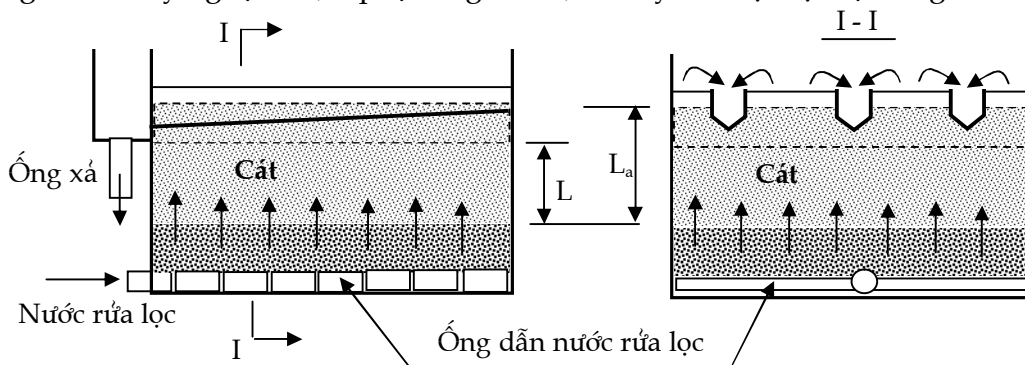
Hình dưới là một loại bể lọc áp lực kiểu compact, số khối lọc có thể gia tăng theo áp lực đầu bơm.



Hình 5.10: Bể lọc áp lực kiểu compact

❖ **Rửa bể lọc nhanh**

Hiệu quả của bể lọc nhanh tùy thuộc vào yếu tố: bề dày của lớp cát lọc, chu kỳ giữa 2 lần rửa bể, chất lượng nước lọc và tổn thất áp lực của bể. Ở giai đoạn đầu, tổn thất áp lực của vật liệu lọc nhỏ, nên tốc độ lọc lớn, ngược lại càng về sau, tổn thất lớn dần do cặn bẩn bám nhiều và cặn bị đẩy sâu xuống lớp vật liệu lọc nên tốc độ lọc giảm dần. Thực tế, người ta dựa vào nhiều lần thử nghiệm để xác định hiệu quả lọc. Bể lọc nhanh cần phải rửa đúng chu kỳ để bảo đảm hiệu quả làm việc của bể. Người ta có thể dùng nước áp lực để rửa hoặc dùng gió thổi mạnh ngược lên vật liệu lọc để đẩy các bụi cặn ra khỏi vật liệu cát. Tuy nhiên cách rửa bằng cát thuần túy vẫn thường được áp dụng. Đôi khi cả 2 phương pháp đều được sử dụng. Khi cho nước áp lực vào bể để rửa vật liệu lọc, do tác dụng của dòng nước chảy ngược lên, lớp lọc sẽ giãn nở, bề dày của vật liệu lọc tăng lên.



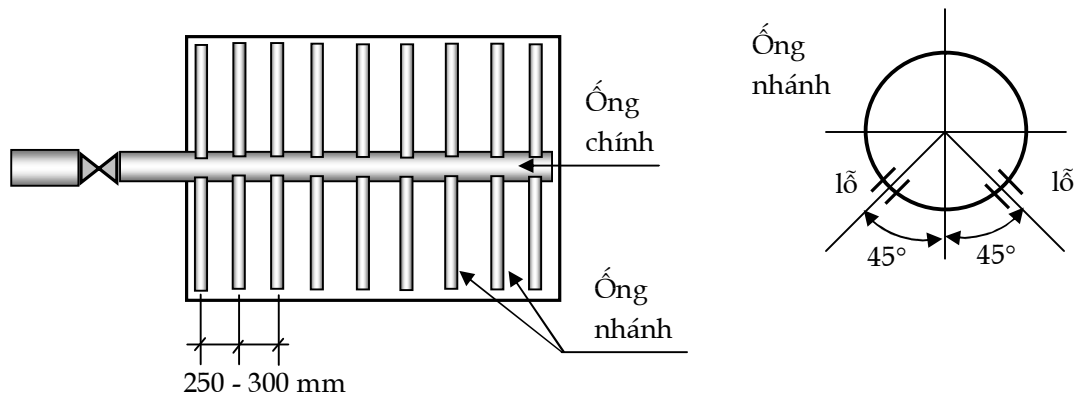
Hình 5.11: Minh họa sự giãn nở chiều dày của vật liệu lọc khi rửa bể

Bảng 5.5: Cường độ rửa và thời gian rửa lọc (Nguồn: Nguyễn Ngọc Dung, 1999)

| Bể lọc 1 lớp cát thạch anh với d (mm) | Độ giãn nở tương đối (%) | Quy trình rửa lọc bằng | Cường độ rửa lọc (l/s.m <sup>2</sup> ) | Thời gian rửa lọc (phút) |
|---------------------------------------|--------------------------|------------------------|--|--------------------------|
| 0,7 - 0,8                             | 45                       | nước                   | 14 - 16                                | 7 - 5                    |
| 0,9 - 1,0                             | 30                       | nước                   | 16 - 18                                | 7 - 5                    |
| 1,1 - 1,2                             | 20                       | nước                   | 18 - 20                                | 7 - 5                    |
| 0,7 - 0,8                             | 20                       | gió                    | 15 - 20                                | 6 - 5                    |
|                                       |                          | nước                   | 08 - 11                                | 7 - 5                    |
|                                       |                          | gió                    | 15 - 20                                | 6 - 5                    |
| 0,9 - 1,0                             | 20                       | nước                   | 09 - 12                                | 7 - 5                    |
|                                       |                          | gió                    | 15 - 20                                | 6 - 5                    |
| 1,1 - 1,2                             | 15                       | gió                    | 15 - 20                                | 6 - 5                    |
|                                       |                          | nước                   | 10 - 13                                | 7 - 5                    |
| 0,7 - 0,8                             | 20                       | gió                    | 15 - 20                                | 3 - 2                    |
|                                       |                          | gió                    | 15 - 20                                | 3 - 2                    |
|                                       |                          | nước                   | 02 - 03                                | 4 - 3                    |
| 0,9 - 1,0                             | 20                       | nước                   | 05 - 06                                | 6 - 5                    |
| Bể lọc hai lớp                        | 50                       | nước                   | 15 - 16                                | 08 - 06                  |



Khi thiết kế cần lưu ý chiều dài ống chính theo kích thước bể. Không chế tốc độ dòng chảy trong ống dẫn nước rửa đến bể lọc không quá 2 m/s, tốc độ nước chảy ở đầu ống phân phối chính là 1 - 1,2 m/s và ở đầu các ống nhánh là 1,8 - 2 m/s. Các ống nhánh được khoan 2 hàng lỗ phân phối so le ở nửa bên dưới và có khuynh hướng tạo thành góc 45° so với phương thẳng đứng. Đường kính các lỗ từ 10 - 12 mm. Khoảng cách giữa các trục của ống nhánh lấy bằng 250 - 300 mm và giữa các tim lỗ là 200 - 300 mm (theo Nguyễn Ngọc Dung, 1999).



Hình 5.12: Giàn ống phân phối nước rửa lọc

Hệ thống thu nước rửa lọc thường làm bằng bê-tông cốt thép, tấm kim loại, chất dẻo hoặc gỗ. Máng phải được bố trí sao cho khả năng thu nước trên toàn bộ bề và dễ dàng tiêu nước. Chiều rộng của máng xác định theo công thức:

$$B = K \cdot \sqrt[5]{\frac{q_m^2}{(1,57 + a)^3}}; \quad (m) \quad (5-1)$$

trong đó:  $q_m$  - lưu lượng nước rửa tháo qua máng,  $q_m = W \cdot d \cdot l$  (l/s)

với  $W$  - cường độ rửa lọc (l/s.m<sup>2</sup>), xem bảng 5.6.

$d$  - khoảng cách giữa các tâm máng (m)

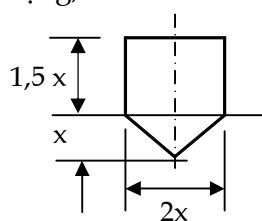
$l$  - chiều dài của máng (m)

$a$  - tỉ số giữa chiều cao của phần chữ nhật với nửa chiều rộng máng

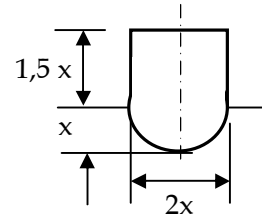
$a = 1 - 1,5$

$K$  - hệ số hình dạng, theo hình sau:

Hình 5.13: Minh họa hình dạng máng thu

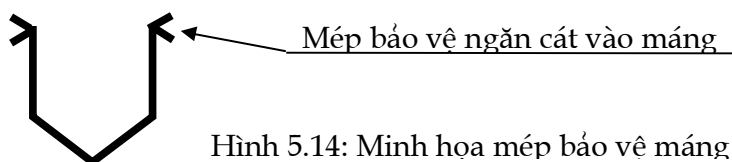


Diện tích  $F = 4x$   
 $K = 2,1$



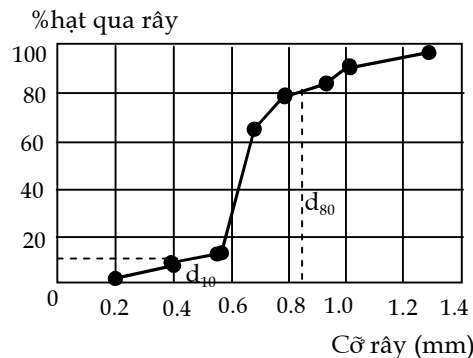
Diện tích  $F = 4,57x$

Khi dùng biện pháp rửa lọc bằng gió và nước kết hợp, cần gắn thêm các tấm chắn bảo vệ ở mép để ngăn việc cát bị cuốn trôi vào máng lọc.



Hình 5.14: Minh họa mép bảo vệ máng thu nước

Vật liệu lọc trong bể lọc nhanh (và cả bể lọc chậm) thường là cát thạch anh, đá nghiền, than gầy, polime, ... Vật liệu lọc cần phải tương đối đồng đều, có độ bền cơ học và hóa học cao. Có thể dùng phương pháp rây sàng để xác định thành phần của vật liệu lọc. Hệ số không đồng nhất của vật liệu lọc được xác định từ biểu đồ thành phần hạt, theo tỉ số  $K = d_{80}/d_{10}$ . (hình minh họa bên)



Hình 5.15: Biểu đồ thành phần hạt qua rây sàng

Bảng 5.6: Tốc độ lọc của bể lọc nhanh

| Kiểu bể lọc nhanh          | Đặc trưng của vật liệu lọc |                |               |                         |                               |                                       |                                      |
|----------------------------|----------------------------|----------------|---------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
|                            | $d_{min}$ (mm)             | $d_{max}$ (mm) | $d_{dt}$ (mm) | Hệ số không đồng nhất K | Chiều dày lớp lọc (mm)        | Tốc độ lọc bình thường $V_{bt}$ (m/h) | Tốc độ lọc tăng cường $V_{tc}$ (m/h) |
| Một lớp vật liệu khác nhau | 0,5                        | 1,25           | 0,7 - 0,8     | 2,0 - 2,2               | (cát thạch anh)<br>700 - 800  | 5,5 - 6,0                             | 6 - 7,5                              |
|                            | 0,7                        | 1,60           | 0,8 - 1,0     | 1,8 - 2,0               | 1200 - 1300                   | 7,0 - 8,0                             | 8 - 10                               |
|                            | 0,8                        | 2,00           | 1,0 - 1,2     | 1,5 - 1,7               | 1800 - 2000                   | 8,0 - 10,0                            | 10 - 12                              |
| Hai lớp vật liệu           | 0,5                        | 1,25           | 0,7 - 0,8     | 2,0 - 2,2               | (cát thạch anh)<br>700 - 800  | 8 - 10                                | 10 - 12                              |
|                            | 0,8                        | 1,8            | 1,0 - 1,2     | 2,0 - 2,2               | (than antracite)<br>400 - 500 |                                       |                                      |

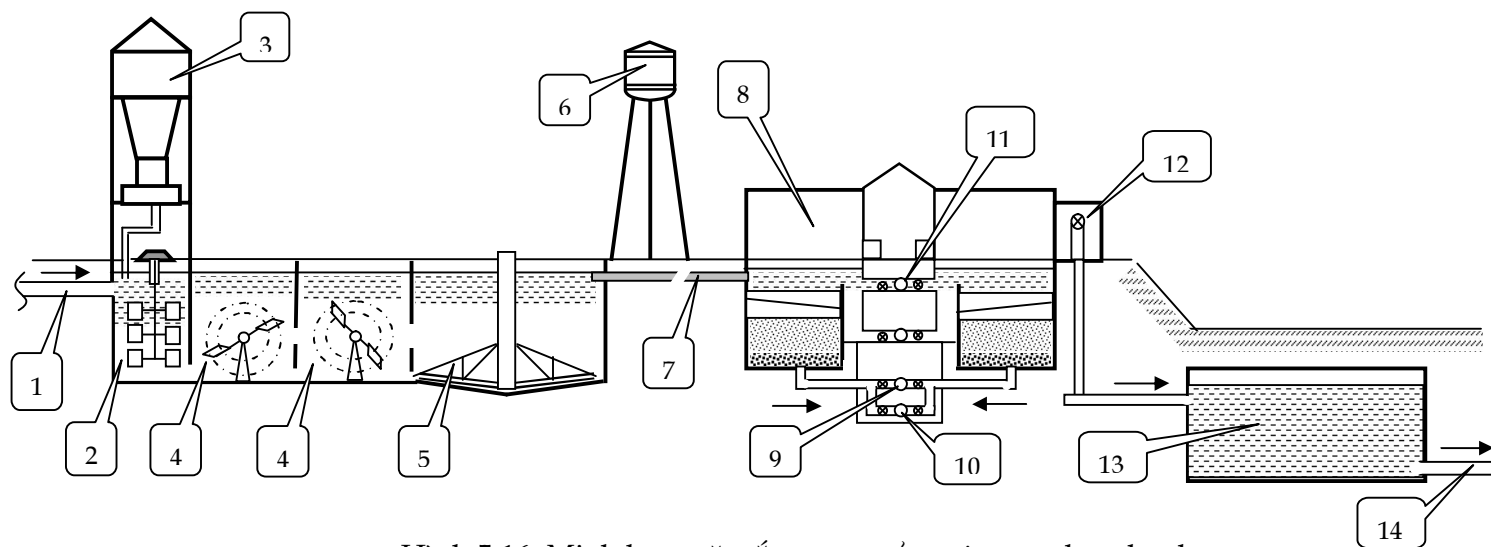
(Nguồn: Nguyễn Ngọc Dung, Xử lý Nước cấp, 1999)

Bảng 5.7: Chiều cao lớp đỡ

| Cỡ hạt lớp đỡ (mm) | Chiều dày lớp đỡ (mm)  |
|--------------------|--|
| 40 - 20            | Mặt trên lớp này cao bằng mặt trên ống phân phối nhưng cao hơn lỗ phân phối ít nhất 100 mm |
| 20 - 10            | 100 - 150  |
| 10 - 5             | 100 - 150  |
| 5 - 2              | 50 - 100   |

(Nguồn: Nguyễn Ngọc Dung, Xử lý Nước cấp, 1999)

SƠ ĐỒ TRẠM LỌC NHANH NƯỚC MẶT

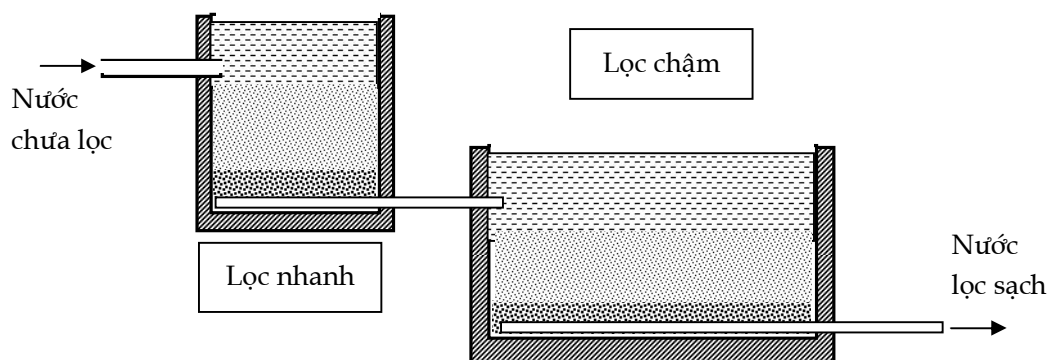


Hình 5.16: Minh họa mặt cắt ngang của một trạm lọc nhanh  
(vẽ lại theo Terence J. McGhee, *Water Supply and Sewerage*, 1991)

- |                                 |                          |                                   |                       |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1. Tủ trạm bơm nước mặt;        | 2. Bể khuấy trộn;        | 3. Trạm châm hóa chất;            | 4. Bể trộn tuyến nổi; |
| 5. Bể lắng;                     | 6. Tháp nước rửa bể;     | 7. Nước dẫn từ bể lắng;           | 8. Bể lọc nhanh;      |
| 9. Van dẫn nước đã lọc;         | 10. Van dẫn nước rửa bể; | 11. Van dẫn nước đã đông tụ;      |                       |
| 12. Thùng châm chlor khử trùng; | 13. Bể chứa nước sạch;   | 14. Ống dẫn ra bơm cấp nước sạch. |                       |

### 5.3.3. Lọc chậm

Bể lọc chậm (*Slow Filtration*) được giới thiệu lần đầu tiên vào năm 1829 do James Simpson áp dụng cho nhà máy cấp nước Chelsea (London, Anh quốc). Đối với các nguồn nước tự nhiên có hàm lượng cặn từ nhỏ hơn 10 mg/l (như nước ngầm) thì bể lọc chậm tỏ ra rất có hiệu quả trong việc xử lý nước uống. Với hàm lượng cặn 20 - 50 mg/l thì nên bố trí quá trình lắng keo tụ và lọc nhanh trước như là một hình thức xử lý sơ bộ trước khi đi vào bể lọc chậm. Nhiều khảo cứu cho thấy, nếu thiết kế và xây dựng tốt, bể lọc chậm có thể loại được trên 95% chất cặn bẩn lơ lửng, các hạt keo và vi khuẩn trong nước nhờ vật liệu lọc là những hạt có kích thước rất nhỏ (khoảng 0,15 - 0,35 mm). Nước mặt sau khi cho xử lý ở bể lọc nhanh thường còn chứa chất rắn lơ lửng khoảng 2 - 5 g/m<sup>3</sup>, lượng này có đủ điều kiện để đi vào bể lọc chậm. Vì vậy, người ta thường kết hợp quá trình ở bể lọc nhanh và bể lọc chậm.



Hình 5.17: Xử lý nước mặt kết hợp giữa bể lọc nhanh và bể lọc chậm

Bể lọc chậm dùng để xử lý nước không dùng phèn, không tốn hao máy móc phức tạp và quản lý tương đối dễ dàng. Nó phù hợp với các vùng nông thôn sâu, vùng dân cư nhỏ, khu vực còn chậm phát triển. Tuy nhiên, nhược điểm của bể lọc chậm là diện tích lọc lớn, khó khăn trong cơ giới hóa và không kinh tế cho những nơi có nhu cầu lọc lớn do tốc độ lọc nước quá nhỏ (khoảng 2 - 7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.ngày). Ngoài ra, bể lọc nhỏ cần phải có giàn che nắng nhằm ngăn ngừa sự phát triển của rong tảo. Nước qua bể lọc chậm không hoàn toàn loại bỏ các chất ô nhiễm như phenol, thuốc tẩy, thuốc trừ sâu, các kim loại nặng, ...

### ❖ Định luật tổng quát của quá trình lọc

Lọc là một phương pháp chuyển chất lỏng có chứa các hạt rắn qua một môi trường xốp, mục đích là làm giữ các chất rắn lại và chất lỏng chảy qua các vật liệu lọc. Các hạt rắn, chất huyền phù bị giữ lại trong quá trình chảy của chất lỏng qua môi trường xốp vì kích cỡ của chúng được so sánh với kích thước các lỗ nhỏ trong vật liệu lọc. Chúng bị giữ lại do các nguyên nhân:

- Do ma sát trực tiếp với vật liệu lọc;
- Do hiện tượng khuếch tán từ chuyển động Brao;
- Do quá tính chuyển động của hạt;
- Do tác dụng trọng lực của các hạt tự lắng trên vật liệu lọc.

Cơ chế của quá trình lọc được biểu diễn bằng định luật Darcy đối với tốc độ chảy chậm trong xử lý nước. Vận tốc dòng chảy qua bộ lọc thể hiện bằng phương trình:

$$V = \frac{K}{\eta} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta H} = \frac{1}{R\eta} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta H} \quad (5-2)$$

với V - tốc độ lọc;  
 K - độ thấm thấu của lớp lọc;  
 $\Delta P$  - tổn thất lưu lượng qua lớp lọc;  
 $\Delta H$  - chiều cao của lớp nước quan sát;  
 $\eta$  - độ nhớt động học của nước;  
 R - sức cản của lớp lọc.

Tổn thất  $\Delta P$  tỉ lệ với tốc độ lọc V, độ nhớt động học  $\eta$  của chất lỏng, chiều cao lớp lọc  $\Delta H$  và tỉ lệ nghịch với độ thấm thấu K của lớp lọc. Ở đây, ta hiểu sức cản của lớp lọc R gồm 2 thành phần: sức cản do lớp cặn lắng trong nước lọc gây ra  $R_{cặn}$  và sức cản ban đầu do vật liệu lọc  $R_{loc}$  :

$$R = R_{cặn} + R_{loc} \quad (5-3)$$

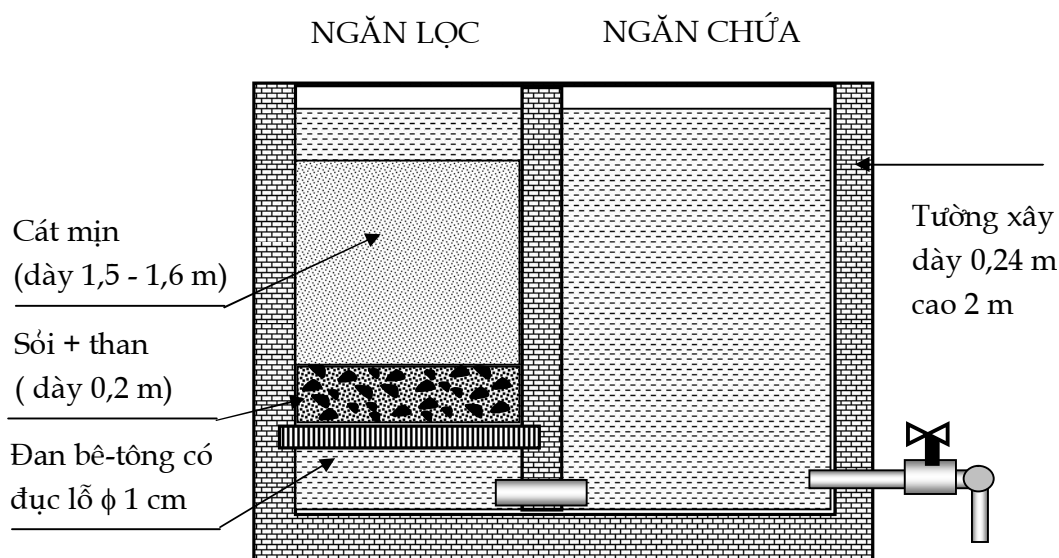
Sức cản  $R_{cặn}$  do sự đọng lại của bùn cặn trên mặt vật liệu lọc sẽ gia tăng theo thời gian, tỉ lệ với khối lượng chất cặn rắn có trong một thể tích nước W, tốc độ lọc V, sức cản riêng của bộ lọc r dưới áp suất P và tỉ lệ nghịch với diện tích lọc S.

$$R_{cặn} = r \cdot \frac{W \cdot V}{S} \quad (5-4)$$

Thông thường, các trị số trên trong các công thức được xác định bằng thực nghiệm. Trong quá trình lọc, khả năng bịt kín các khe hở trong môi trường lọc càng gia tăng theo tỉ lệ hàm lượng cặn trong nước, tốc độ lọc và đặc điểm của vật liệu lọc. Sự bịt kín này sẽ làm gia tăng tổn thất lưu lượng, nếu vận hành bể lọc với áp suất không đổi thì lưu lượng sẽ giảm dần. Đến một lúc nào đó, ta phải rửa vật liệu lại để duy trì sự làm việc của bể lọc chậm.

### ▽ Bể lọc nước gia đình

Các vùng nông thôn khi lấy nước từ các nguồn khác nhau cũng cần qua một bể lọc để làm sạch nước. Đối với một nông hộ, có thể xây bể nước đơn giản có dung tích khoảng 6 - 8 m<sup>3</sup> (cho hộ 5 người). Bể hình khối vuông, mỗi cạnh 2 x 2 x 2 m, lớp cát dày 1,5 - 1,6 m. Sử dụng khoảng 2.000 - 2.500 viên gạch thẻ, khoảng 7 - 8 bao xi-măng P.300 loại 50kg, chừng 100 kg vôi và khoảng 3 - 3,5 m<sup>3</sup> cát sàng rửa sạch, chừng 0,10 m<sup>3</sup> sỏi hoặc đá dăm (đá 1x2) và khoảng 50 - 60 kg than hoạt tính. Kết cấu bể có thể như sau:



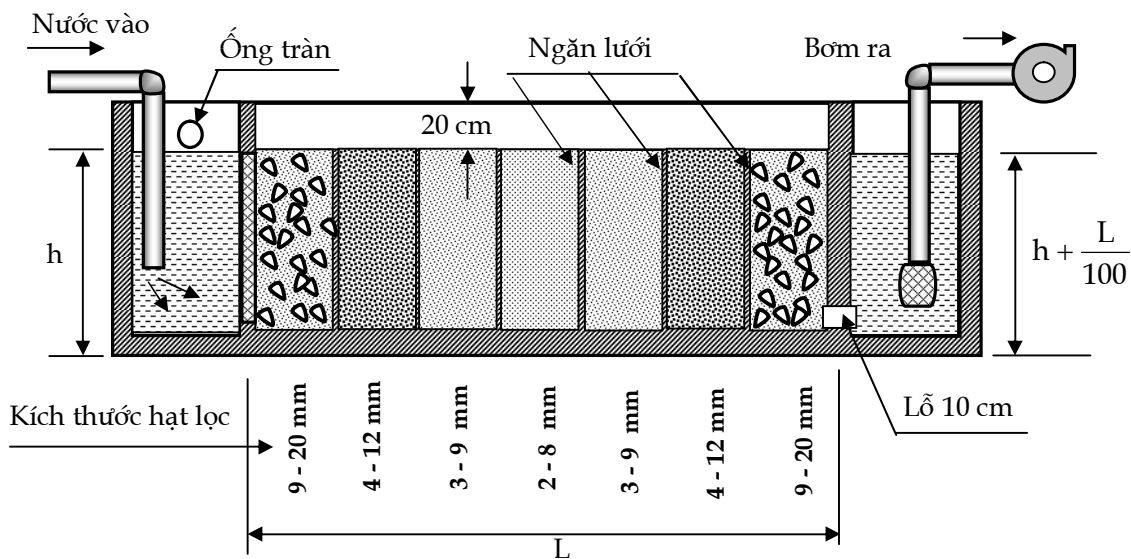
Hình 5.18: Mặt cắt bể lọc nước gia đình

### ▽ Bể lọc nước cho làng xã

Đối với một làng xã có số dân từ 1000 - 8000 người, có thể xây một bể lọc nước chảy theo phương ngang, chiều dài bể từ 4 - 10 m, chiều dày lớp vật liệu lọc (cát, sỏi, sạn, ...) từ 0,8 - 1,5 m. Có thể chọn gần đúng theo tỷ lệ chiều dài: chiều rộng là khoảng 1:5.

Tốc độ lọc tùy thuộc vào độ đục của nước, nước có độ đục thấp (khoảng 15 - 50 NTU) tốc độ lọc khoảng 0,50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h. Nước có độ đục cao (đến 150 NTU) tốc độ lọc khoảng 0,30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h.

Có thể tham khảo sơ đồ 5.17 và bảng 5.8 thiết kế để xác định kích thước bể lọc.  
(Theo N.C. Thanh và J.P.A. Hettiaratchi, 1990)



Hình 5.19: Bể lọc nước chảy ngang dùng nhiều hạt kích cỡ khác nhau

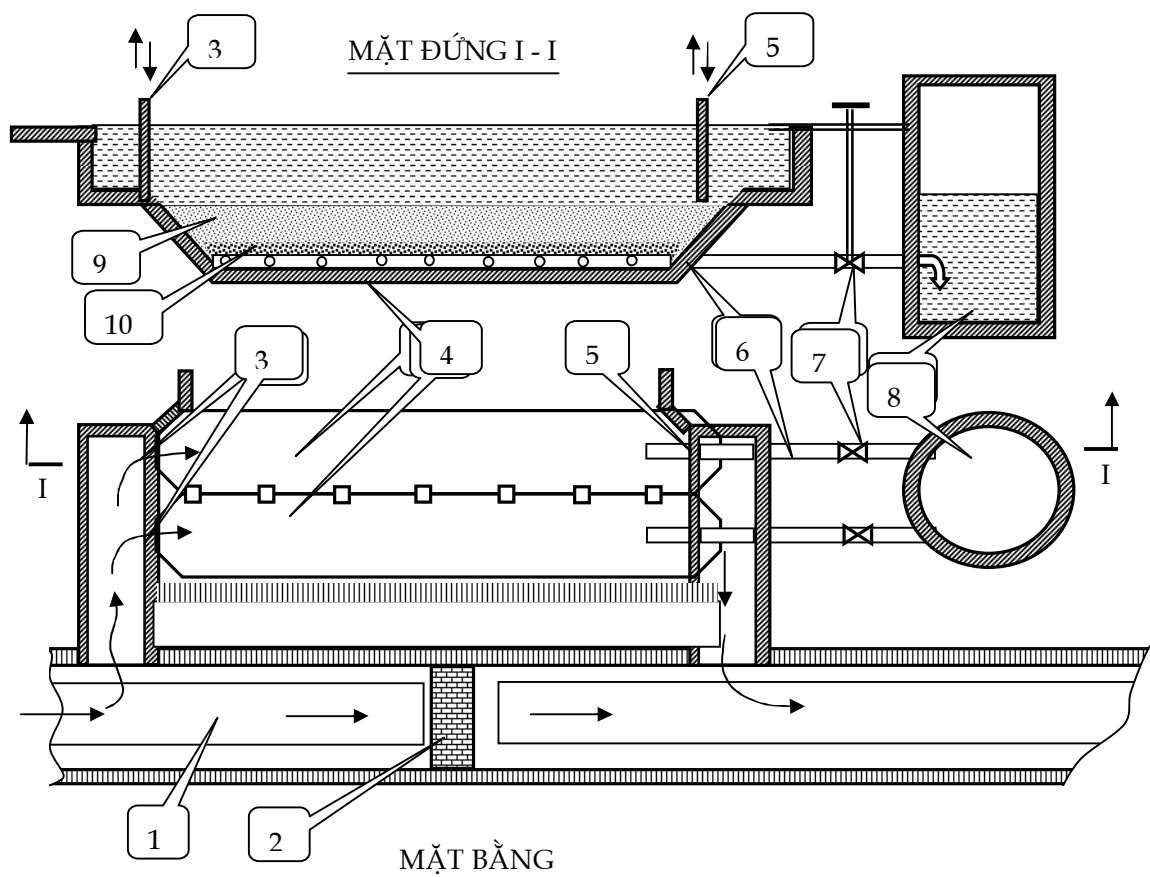
Bảng 5.8: Bảng chọn lựa kích thước thiết kế bể lọc bùn cát hình khối chữ nhật

| DS. \ Q | 1.000   | 2.000    | 3.000    | 4.000    | 5.000    | 6.000    | 7.000    | 8.000    |
|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 20      | 4 x 0,8 | 5 x 1,3  | 7 x 1,4  | 8 x 1,7  | 9 x 1,9  | 9 x 2,2  | 10 x 2,3 | 10 x 2,7 |
| 30      | 5 x 1,0 | 7 x 1,4  | 8 x 1,9  | 9 x 2,2  | 10 x 2,5 | 11 x 2,7 | 12 x 2,9 | 13 x 3,1 |
| 40      | 5 x 1,3 | 8 x 1,7  | 9 x 2,2  | 10 x 2,7 | 12 x 2,8 | 13 x 3,1 | 14 x 3,3 | 15 x 3,6 |
| 50      | 6 x 1,4 | 9 x 1,9  | 10 x 2,5 | 12 x 2,8 | 13 x 3,2 | 15 x 3,3 | 16 x 3,7 | 17 x 3,9 |
| 60      | 7 x 1,4 | 9 x 2,2  | 11 x 2,7 | 13 x 3,1 | 15 x 3,3 | 16 x 3,8 | 17 x 4,1 | 18 x 4,4 |
| 70      | 7 x 1,7 | 10 x 2,3 | 12 x 2,9 | 14 x 3,3 | 16 x 3,7 | 17 x 4,1 | 18 x 4,5 | 20 x 4,7 |
| 80      | 8 x 1,7 | 10 x 2,7 | 13 x 3,1 | 15 x 3,6 | 17 x 3,9 | 18 x 4,4 | 20 x 4,7 | 21 x 5,1 |
| 90      | 8 x 1,9 | 11 x 2,7 | 14 x 3,2 | 16 x 3,8 | 18 x 4,2 | 19 x 4,7 | 21 x 5,0 | 11 x 5,5 |

Ghi chú: DS: Dân số (người)  
 Q: Lượng nước sử dụng (l/người.ngày)

Tiêu chuẩn thiết kế: Thời gian lưu nước trong bể = 6 giờ  
 Lượng tải bề mặt = 6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.ngày  
 Chiều sâu lọc = 1,5 m  
 Tỷ số Chiều dài/Chiều rộng = 4:1 đến 5:1

## ❖ Kết cấu bể lọc chậm tiêu biểu



Hình 5.20: Sơ đồ mặt bằng và mặt đứng của một kiểu bể lọc chậm

- |                      |                       |                         |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1. Nguồn nước vào;   | 2. Đập dâng nước;     | 3. Cửa đưa nước vào;    |
| 4. Bể lọc chậm;      | 5. Cửa thu nước rửa;  | 6. Ống lấy nước đã lọc; |
| 7. Van chỉnh tốc độ; | 8. Bể chứa nước sạch; | 9. Cát lọc; 10. Sỏi đỡ. |

Nước từ máng phân phối đi qua lớp cát lọc với vận tốc rất nhỏ (0,1 - 0,5 m/h). Lớp cát lọc được đổ trên lớp sỏi đỡ, dưới lớp sỏi đỡ là hệ thống thu nước đã lọc đưa sang bể chứa. Cát sỏi có độ đồng đều cao thì hiệu quả lọc tăng lên. Sỏi cát phải được rửa sạch, sàng kỹ, loại bỏ các tạp chất. Để khử mùi nước, có thể rải thêm 1 lớp than hoạt tính dày chừng 0,1 m ở khoảng giữa lớp cát lọc. Lớp cát lọc thường là cát thạch anh có chiều dày, kích thước hạt tương ứng và cấu tạo lớp sỏi ghi trong bảng 5.8. Bảng 5.9 cũng cho số liệu tham khảo về tốc độ lọc trong bể lọc chậm.



Bảng 5.9: Cấu tạo lớp cát lọc và lớp sỏi đỡ trong bể lọc chậm  
(theo TCVN - 33: 1985)

| TT | Tên vật liệu lọc và lớp đỡ | Cỡ hạt của vật liệu<br>(mm) | Chiều dày lớp vật liệu<br>(mm) |
|----|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 1  | Cát thạch anh              | 0,3 - 1                     | 800                            |
| 2  | Cát thạch anh              | 1 - 2                       | 50                             |
| 3  | Sỏi hoặc đá dăm            | 2 - 5                       | 100                            |
| 4  | Sỏi hoặc đá dăm            | 5 - 10                      | 100                            |
| 5  | Sỏi hoặc đá dăm            | 10 - 20                     | 100                            |
| 6  | Sỏi hoặc đá dăm            | 20 - 40                     | 150                            |
|    |                            | Tổng cộng                   | 1.300                          |

Bảng 5.10: Tốc độ lọc trong bể lọc chậm

| Hàm lượng cặn của nước<br>nguồn đưa vào bể (mg/l) | Tốc độ lọc (m/h)                   |   |
|---|------------------------------------|---|
|   | Khi bể làm việc<br>bình thường (v) | Khi bể làm việc<br>tăng cường ( $v_c$ ) |
| Đến 25  | 0,3 - 0,4                          | 0,4 - 0,5                               |
| Lớn hơn 25  | 0,2 - 0,3                          | 0,3 - 0,4                               |
| Khi xử lý nước ngầm                               | 0,5                                | 0,6                                     |

(Nguồn: Nguyễn Ngọc Dung, *Xử lý nước cấp*, 1999)

❖ **Số liệu tham khảo khi thiết kế bể lọc chậm nông thôn**

(Theo N.C. Thanh và J.P.A. Hettiaratchi, 1990)

Bảng 5.11: Tiêu chuẩn thiết kế bể lọc chậm

| Thông số                                | Khoảng thiết kế                  | Giá trị tối ưu |
|---|----------------------------------|----------------|
| Vận tốc lọc (m/h)                       | 0,1 - 0,2                        | 0,1            |
| Chiều sâu lớp lọc (m)                   | 1,0 - 1,4                        | 1,0            |
| Diện tích mỗi lớp lọc (m <sup>2</sup> ) | 10 - 100                         | -              |
| Chiều sâu lớp nước trên mặt (m)         | 1,0 - 1,5                        | 1,0            |
| Chiều sâu lớp nước lấy ra (m)           | 0,3 - 0,5                        | 0,4            |
| Đặc trưng lớp vật liệu lọc              | UC = 2 - 5<br>e = 0,15 - 0,35 mm |                |
| Số bể lọc                               | tối thiểu là 2                   |                |

Ghi chú: UC = Hệ số đồng nhất (*Uniformity Coefficient*)

e = Kích cỡ hữu hiệu (*Effective size*) của hạt lọc

**Bảng 5.12: Bảng chọn lựa thiết kế kích thước bể lọc chậm (dài x rộng) (m)**

| DS.<br>Q | 1.000          | 2.000          | 3.000           | 4.000           | 5.000           | 6.000           | 7.000           | 8.000           |
|----------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 20       | 3 x 1,4<br>(2) | 4 x 2,1<br>(2) | 5 x 2,5<br>(2)  | 6 x 2,8<br>(2)  | 7 x 3,0<br>(2)  | 8 x 3,7<br>(2)  | 8 x 3,7<br>(2)  | 8 x 4,2<br>(2)  |
| 30       | 4 x 1,6<br>(2) | 5 x 2,1<br>(2) | 6 x 3,5<br>(2)  | 7 x 3,6<br>(2)  | 8 x 3,9<br>(2)  | 10 x 4,4<br>(2) | 10 x 4,4<br>(2) | 10 x 5,0<br>(2) |
| 40       | 4 x 2,1<br>(2) | 6 x 2,8<br>(2) | 7 x 3,6<br>(2)  | 8 x 4,2<br>(2)  | 9 x 4,6<br>(2)  | 11 x 4,7<br>(2) | 11 x 5,3<br>(2) | 12 x 5,6<br>(2) |
| 50       | 5 x 2,1<br>(2) | 7 x 3,0<br>(2) | 8 x 3,9<br>(2)  | 9 x 4,6<br>(2)  | 11 x 4,7<br>(2) | 11 x 5,3<br>(2) | 13 x 5,6<br>(2) | 13 x 6,4<br>(2) |
| 60       | 5 x 2,5<br>(2) | 7 x 3,6<br>(2) | 9 x 4,2<br>(2)  | 10 x 5,0<br>(2) | 11 x 5,7<br>(2) | 13 x 5,6<br>(2) | 13 x 6,7<br>(2) | 14 x 7,1<br>(2) |
| 70       | 6 x 2,5<br>(2) | 8 x 3,7<br>(2) | 10 x 4,4<br>(2) | 11 x 5,3<br>(2) | 13 x 5,6<br>(2) | 13 x 6,7<br>(2) | 12 x 5,7<br>(3) | 13 x 6,0<br>(3) |
| 80       | 6 x 2,8<br>(2) | 8 x 4,2<br>(2) | 10 x 5,0<br>(2) | 12 x 5,6<br>(2) | 13 x 6,4<br>(2) | 14 x 7,1<br>(2) | 13 x 6,0<br>(3) | 14 x 6,3<br>(3) |
| 90       | 6 x 3,2<br>(2) | 9 x 4,2<br>(2) | 11 x 5,1<br>(2) | 13 x 5,8<br>(2) | 14 x 7,0<br>(2) | 13 x 5,8<br>(3) | 14 x 6,3<br>(3) | 15 x 6,7<br>(3) |

Ghi chú: DS: Dân số (người) Q: Lượng nước sử dụng (l/người.ngày)

Phần trong ngoặc ( ) là số bể lọc

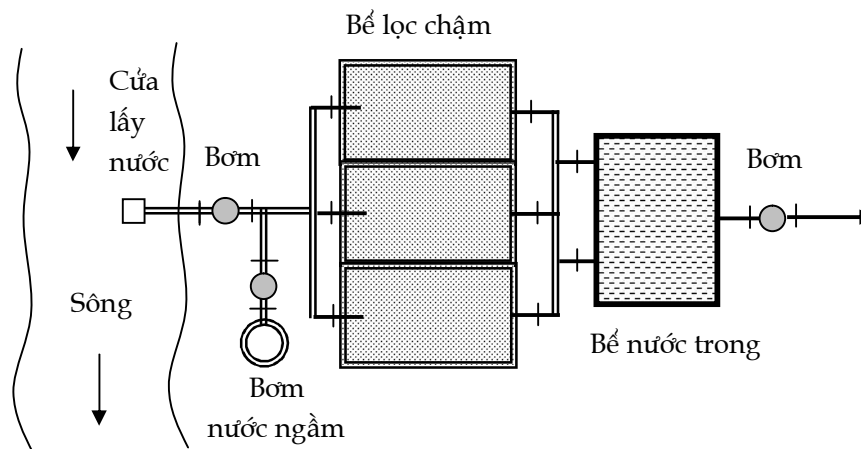
Tiêu chuẩn thiết kế: Vận tốc lọc = 0,1 m/h

Chiều dày lớp lọc = 1,0 m

Đặc trưng lớp vật liệu lọc UC = 2 - 5, e = 0,15 - 0,36 mm

❖ **Bố trí chung mặt bằng bể lọc chậm**

Tùy khả năng tài chính, địa hình, qui mô bể lọc chậm ta có thể xoay xở trong bố trí mặt bằng cho bể lọc chậm. Hình dưới là cách bố trí chung:

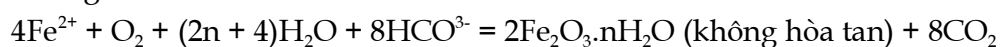


Hình 5.21: Bố trí chung mặt bằng bể lọc chậm

### ❖ Phản ứng hóa học trong bể lọc chậm

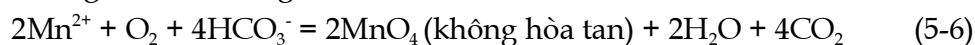
Tùy theo thành phần hóa học hiện hữu của thành phần nước nguồn mà phản ứng hóa học trong bể lọc chậm khác nhau.

- Trong nước có sắt  $Fe^{2+}$ :



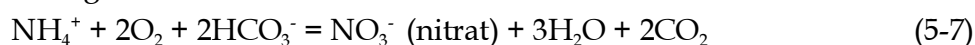
Để khử 1 gr  $Fe^{2+}$  cần khoảng 0,14 gr oxy. (5-5)

- Trong nước có mangan  $Mn^{2+}$ :



Để khử 1 gr  $Mn^{2+}$  cần khoảng 0,29 gr oxy. (5-6)

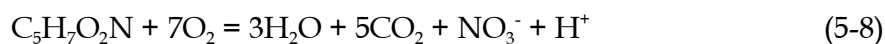
- Trong nước có amon  $Mn^{2+}$ :



Để khử 1 gr  $NH_4^+$  cần khoảng 3,6 gr oxy. (5-7)

### ❖ Tác động sinh học trong bể lọc chậm

Các vi khuẩn trong nước khi qua bể lọc chậm sẽ bị khử đi. Trong nước có chất hữu cơ sẽ bị oxy hóa tạo ra năng lượng cung cấp cho vi khuẩn trong quá trình trao đổi chất:



Một phần khác tham gia trong quá trình chuyển hóa thành tế bào vi khuẩn trong quá trình sinh sản và phát triển của chúng. Để khử 1 gr chất hữu cơ cần khoảng 2,0 gr oxy.

Nồng độ các chất hữu cơ trong nước không lớn nên lượng vi khuẩn không nhiều. Cuối cùng khi đưa vào bể lọc các chất hữu cơ sẽ biến thành chất vô cơ (như  $H_2O$ ,  $CO_2$ , ...) và bị đưa ra ngoài. Do vậy, ở mặt trên của vật liệu lọc sẽ có những sinh vật ăn vi khuẩn và phần dưới vật liệu lọc nhờ quá trình sinh hoá, các chất hữu cơ giảm đi và vi khuẩn sẽ bị chết đi do thiếu thức ăn và như vậy chất lượng nước được cải thiện tốt hơn.

Trong bể lọc chậm, rong tảo có thể phát triển nhanh do hiện tượng quang hợp và thời gian rửa lọc khá dài. Hiện tượng quang hợp, đặc biệt xảy ra rất mạnh mẽ ở các xứ nhiệt đới, có thể cản quá trình lọc và rút ngắn thời gian lọc rửa. Để hạn chế, người ta phải làm mái che ở phía trên bể lọc chậm để hạn chế quá trình sinh tảo. Tuy nhiên, một số nghiên cứu cho rằng, tảo có thể sinh ra một số độc tố trong nước làm tăng quá trình diệt khuẩn.

### ❖ Rửa bể lọc chậm

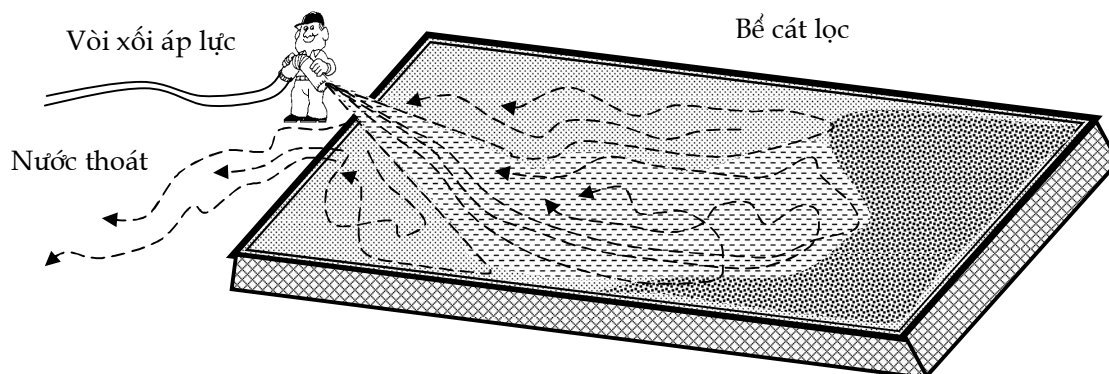
Bể lọc chậm sau một thời gian sử dụng cần phải rửa sạch lớp bùn cặn trên bề mặt vật liệu lọc để duy trì tính hiệu quả của quá trình lọc. Hiện tượng tảo chết nhiều, cặn bùn dày đặc khiến tổn thất áp lực cao và chất lượng lọc không đạt yêu cầu thì cần phải tiến hành rửa bể lọc chậm. Có thể rửa bằng thủ công hoặc rửa thủy lực.

#### ▽ Rửa thủ công

Rút nước xuống dưới lớp cát lọc khoảng 20 cm rồi dùng xẻng, cào lấy đi trên mặt lớp cát lọc khoảng 2 - 3 cm ra khỏi bể rồi đem đi rửa sạch. Cát rửa bằng cách cho vào rổ có kích thước mặt lưới nhỏ hơn đường kính hạt cát (khoảng 0,2 - 0,1 mm) rồi đem sàng lặt trong một bể nước sạch cho các loại bùn cát tách ra khỏi vật liệu lọc và lọt ra khỏi rổ. Công việc này tuy đơn giản, dễ thực hiện, không cần thiết bị gì hiện đại nhưng cũng chiếm nhiều công lao động. Cát lọc sau khi rửa sạch, phơi cho ráo nước rồi cho trở lại bể. Bể lọc chậm sau khoảng 10 - 15 lần rửa cần bổ sung cát mới để bù hao hụt trong quá trình đem rửa.

#### ▽ Rửa thủy lực

Bố trí miệng tràn cao hơn lớp cát bể lọc khoảng 5 - 10 cm rồi dùng vòi phun nước sạch có áp lực phun rửa trên bề mặt lớp vật liệu lọc đồng thời cào xối liên tục trên bề mặt lớp vật liệu lọc cho các chất cặn lắng bị xối tung lên theo dòng nước trôi ra khỏi bể lọc. Cần thực hiện sao cho việc phun rửa sao cho nó tác động tẩy sạch trong phạm vi 20 - 30 cm lớp bề mặt vật liệu lọc. Bể lọc sau quá trình cào rửa khoảng 10 lần cũng cần bổ sung cát lọc để bù cho các hao hụt trong quá trình phun rửa.



Hình 5.22: Sàng rửa cát ở bể lọc chậm

### 5.3. KEO TỤ

#### 5.3.1. Nguyên tắc

Keo tụ (*coagulation*) là một trong những hình thức xử lý nước qua nguyên tắc thủy phân (*hydrolysis*) làm các chất lơ lửng và chất keo trong nước kết tủa lại thành những hạt cặn có kích thước lớn hơn hoặc kết thành những bông cặn và có thể loại bỏ ra khỏi nước bằng cách để lắng hoặc lọc qua thảm. Nhờ keo tụ, nước trở nên trong hơn nhờ các chất gây đục và chất gây màu (do sự hoà tan của nước với các chất hữu cơ trong đất mùn, đất sét, ... hoặc do phát triển của rong rêu trong nước) bị khử đi. Nước có độ đục và màu sắc thường do sự hiện diện của các chất keo hòa tan hoặc lơ lửng. Có 3 loại hợp chất trong nước:

- **Chất rắn lơ lửng** (*Suspended Solid*): bao gồm các chất hạt rắn trôi theo dòng chảy gồm các hạt vô cơ như hạt cát, hạt, đất bùn, đất phù sa, ... hoặc hữu cơ như sản phẩm phân hủy của thực phẩm, động và thực vật và các loại rác khác kể cả sự hiện diện của các sinh vật như rong tảo, ấu trùng, virus. Màu sắc và mùi vị của nước bị ảnh hưởng nhiều do chất rắn lơ lửng.
- **Chất keo** (*Colloidal Parties*): gồm các hạt rất nhỏ có kích thước không quá 1 micromét, chúng tham gia việc tạo nên màu sắc và mùi vị của nước. Các chất này thường lắng đọng rất chậm và thường được loại khỏi nước bằng các loại màng lọc nhân tạo.
- **Chất hòa tan** (*Dissolved Substances*): hiện diện như là các hạt cation hoặc anion, có kích thước nhỏ hơn vài nanomét. Chúng có thể là các chất vô cơ hoặc hữu cơ. Các chất khí cũng hòa tan trong nước như khí  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ , ...

Nói chung, các hạt càng có kích thước nhỏ chừng nào thì khả năng lắng của nó càng chậm và diện tích riêng càng lớn. Riêng đối với các chất keo thì có thể nói là không thể lắng một cách tự nhiên. Bảng sau đây cho ta thấy điều đó:

Bảng 5.13: Thời gian lắng xuống 1 mét nước của các hạt khác nhau

| Đường kính hạt |           |           | Loại hạt | Thời gian lắng cho 1 m nước | Diện tích riêng ( $m^2/m^3$ ) |
|----------------|-----------|-----------|----------|-----------------------------|-------------------------------|
| mm             | $\mu m$   | $A^\circ$ |          |                             |                               |
| 10             | $10^4$    | $10^8$    | Sỏi      | 1 s                         | $6.10^2$                      |
| 1              | $10^3$    | $10^7$    | Cát      | 10 s                        | $6.10^3$                      |
| $10^{-1}$      | $10^2$    | $10^6$    | Cát mịn  | 2 phút                      | $6.10^4$                      |
| $10^{-2}$      | 10        | $10^5$    | Đất sét  | 2 giờ                       | $6.10^5$                      |
| $10^{-3}$      | 1         | $10^4$    | Vi khuẩn | 8 ngày                      | $6.10^6$                      |
| $10^{-4}$      | $10^{-1}$ | $10^3$    | Chất keo | 2 năm                       | $6.10^7$                      |
| $10^{-5}$      | $10^{-2}$ | $10^2$    | Chất keo | 20 năm                      | $6.10^8$                      |
| $10^{-6}$      | $10^{-3}$ | 10        | Chất keo | 200 năm                     | $6.10^9$                      |

### 5.3.2. Các chất keo tụ

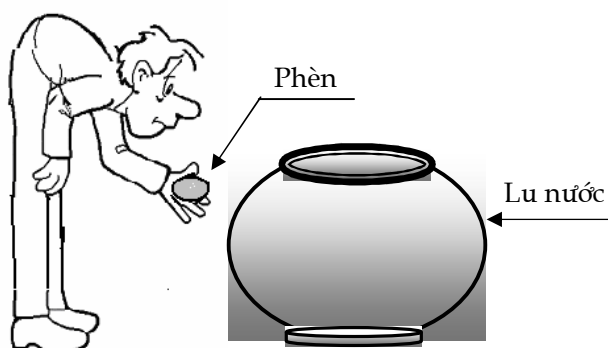
Hóa chất được sử dụng làm keo tụ phổ biến là sulphate nhôm - có công thức hoá học tổng quát là  $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ , một số trường hợp người ta sử dụng muối sắt như  $FeCl_3$  khi trong nước có độ pH cao ( $pH > 7$ ). Ngoài ra, vôi  $Ca(OH)_2$  và carbonate natri  $Na_2CO_3$  cũng được sử dụng để tạo thuận lợi cho việc kết bông. Liều lượng hóa chất được phải thử nghiệm dần trong phòng thí nghiệm hóa nước để xác định lượng thích hợp cho yêu cầu dùng nước.

Bảng 5.14: Các chất động tụ, phản ứng trong nước và liều lượng

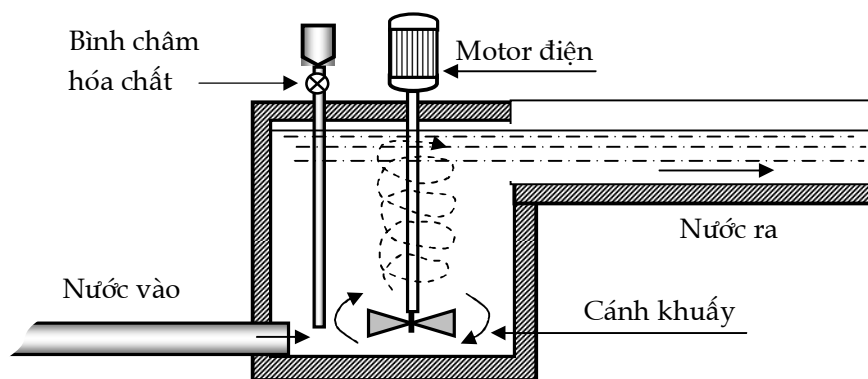
| <i>Chất keo tụ và Phản ứng trong nước</i>   | <i>Liều lượng</i>   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Sulphate nhôm (dạng lỏng hoặc rắn)<br/><math>Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O \leftrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 3SO_4^{2-} + 6CO_2</math></li> </ul>   | 10 - 150 g/m <sup>3</sup> dưới dạng thường phẩm rắn $Al_2(SO_4)_3$  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Chlorrua nhôm<br/><math>2AlCl_3 + 6H_2O \leftrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 6Cl + 6CO_2</math></li> </ul>  | Chỉ dùng trong những trường hợp đặc biệt  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Sulphate nhôm + vôi sống<br/><math>Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(OH)_2 \leftrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 3Ca^{2+} + 3SO_4^{2-}</math></li> </ul>  | Thêm vôi khoảng 1/3 lượng sulphate nhôm   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Sulphate nhôm + carbonate natri<br/><math>Al_2(SO_4)_3 + 6Na_2CO_3 + 6H_2O \leftrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 2Na^{2+} + 6HCO_3 + 3SO_4^{2-}</math><br/><math>2Al_2(SO_4)_3 + 6Na_2CO_3 + 6H_2O \leftrightarrow 4Al(OH)_3\downarrow + 12Na^{2+} + 6SO_4^{2-} + 6CO_2</math></li> </ul>            | Carbonate natri khoảng 50 - 100% lượng sulphate nhôm thường phẩm  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Aluminate natri<br/><math>AlO_2^- + 2H_2O \leftrightarrow Al(OH)_3\downarrow + OH^-</math></li> <li>Aluminate natri có thể chuyển ion bicarbonate và <math>CO_2</math> hòa tan<br/><math>NaAlO_2 + Ca(HCO_3)_2 + H_2O \leftrightarrow Al(OH)_3\downarrow + CaCO_3 + Na^+ + HCO_3^-</math></li> </ul> | Dùng 5 - 50 g/cm <sup>3</sup> chất phản ứng chứa 50% $Al_2O_3$  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Chlorrua sắt tam (lỏng, đôi khi kết tinh)<br/><math>2FeCl_3 + 6HCO_3 \leftrightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow + 6Cl + 6CO_2</math></li> </ul>   | Nước mặt lọc trong<br>5 - 150 g/m <sup>3</sup> $FeCl_3, 6H_2O$<br>Nước xử lý cặn<br>50 - 300 g/m <sup>3</sup> $FeCl_3, 6H_2O$ |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Chlorrua sắt tam + nhiệt<br/><math>2FeCl_3 + 3Ca(OH)_2 \leftrightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow + 6Cl + 3Ca^{2+}</math></li> </ul>  | Nước xử lý cặn<br>50 - 500 g/m <sup>3</sup> $FeCl_3$<br>(được làm nóng)   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Sulphate sắt tam (rắn)<br/><math>Fe_2(SO_4)_3 + 6HCO_3 \leftrightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow + 3SO_4^{2-} + 6CO_2</math></li> </ul>  | Nước mặt lọc trong:<br>10 - 250 g/m <sup>3</sup> $Fe_2(SO_4)_3, 9H_2O$  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Sulphate sắt tam + nhiệt<br/><math>Fe_2(SO_4)_3 + 3Ca(OH)_2 \leftrightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow + 3SO_4^{2-} + 3Ca^{2+}</math></li> </ul>  | Nước mặt lọc trong:<br>$Ca(OH)_2$ nung nóng chừng 50% lượng $Fe_2(SO_4)_3, 9H_2O$   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Chlorsulphate sắt tam (dạng tan)<br/><math>2FeClSO_4 + 6HCO_3 \leftrightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow + 2Cl + 2SO_4^{2-} + 2CO_2</math></li> </ul>   | Phân tích chất Chlorua sắt tam được biểu thị bằng chất sắt  |

### 5.3.3. Khuấy trộn

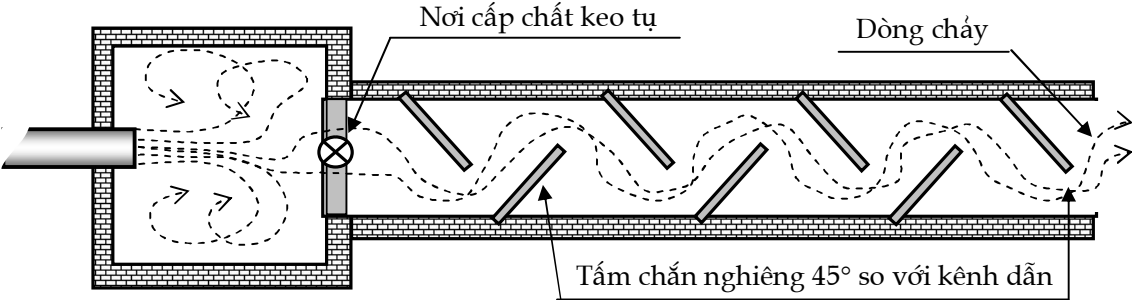
Khuấy trộn nhằm mục đích đẩy nhanh quá trình làm hòa tan và khuếch tán hóa chất. Trong các hộ gia đình sống ven sông, người ta thường dùng tay với cục phèn để khuấy nước trong lu để tạo keo tụ (hình 5.12). Việc khuấy trộn mang tính "thủ dân", với cách nhìn bằng mắt thường, người dân khi thấy nước tương đối trong là ngưng. Cách này mang ít nhiều sự chú quan nhưng cũng có tác dụng là hạn chế được dư lượng hóa chất còn lại trong nước. Còn đối với các công trình trạm thu nước trên sông, ta có thể dùng động cơ điện để trộn hóa chất như một biện pháp trộn cơ học (hình 5.13) hoặc bố trí công trình có trộn chất làm keo tụ như một dạng trộn nhanh thủy lực (hình 5.14, hình 5.15 và hình 5.16).



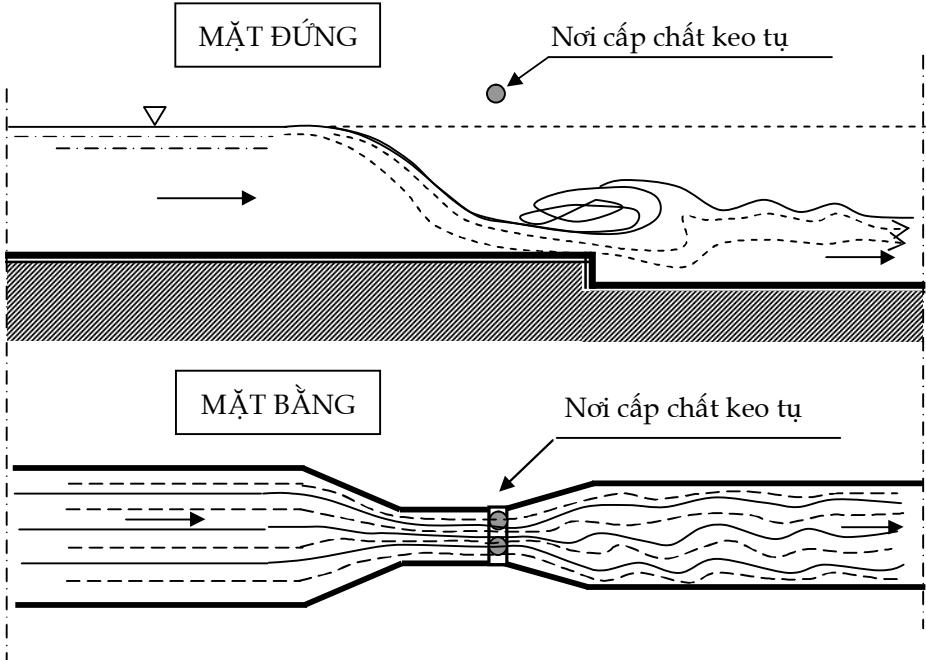
Hình 5.23: Khuấy trộn bằng tay ở gia đình



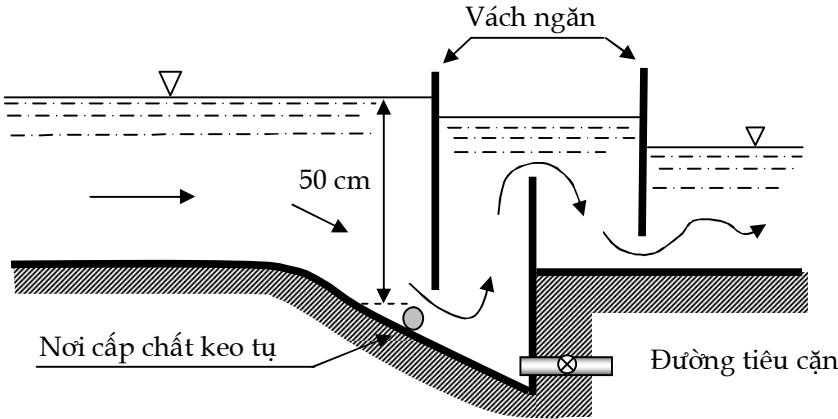
Hình 5.24: Khuấy trộn bằng cơ học



Hình 5.25: Khuấy trộn bằng thủy lực



Hình 5.26: Khuấy trộn bằng nước nhảy thủy lực



Hình 5.27: Khuấy trộn bằng tràn xả nước



## 5.4. KHỬ TRÙNG NƯỚC

### 5.4.1. Khái niệm và phân loại

Nước tự nhiên là môi trường phát triển và phát tán thuận lợi cho nhiều loại vi khuẩn, vi trùng, virus, thủy sinh vật. Chúng gây nhiều nguy cơ làm ảnh hưởng đến sức khỏe người dùng và lây lan dịch bệnh. Khử trùng nước là một trong các khâu yêu cầu để làm sạch nước, vô hiệu hóa hoàn toàn hoặc một phần các khuẩn trùng trong nước, đảm bảo sự an toàn dùng nước, đặc biệt là nước dùng để ăn uống, chế biến thực phẩm, đóng hộp, ...

Có 2 nhóm phương pháp chính để khử trùng nước:

- ❖ **Phương pháp lý học:** như đun sôi, lọc bằng sứ xốp, tia tử ngoại UV, sóng siêu âm, ... Các phương pháp vật lý thường không làm thay đổi tính chất lý hóa của nước, không gây các yếu tố ảnh hưởng phụ, không gây độc hại cho môi trường nhưng chúng có hiệu quả thấp, chỉ phù hợp với qui mô cấp nước nhỏ và một số thiết bị tương đối đắt tiền.
- ❖ **Phương pháp hóa học:** các hóa chất thường dùng là các halogen như chlor, hợp chất của chlor, dùng canxi hypochlorite, natri hypochlorite, ozon, ... Phương pháp khử trùng bằng hóa học thường có tác dụng mạnh, hiệu suất cao, có thể áp dụng cho các công trình cấp nước lớn. Tác dụng của hóa chất có thể làm thay đổi tính chất lý hóa của nước. Phương pháp khử trùng bằng hóa học đòi hỏi người sử dụng phải có hiểu biết nhất định, việc pha trộn cần đúng liều lượng và biết qui cách kiểm soát hóa chất để không gây ô nhiễm môi trường.

*Các yếu tố ảnh hưởng đến sự khử trùng nước:*

- Loại vi khuẩn, vi trùng trong nước cần diệt;
- Tính chất của vật lý (nhiệt độ, chất rắn lơ lửng, chuyển động của nước), hóa học (độ pH, chất keo, chất hữu cơ hòa tan) của nước khi khử trùng;
- Phương pháp khử trùng (vật lý, hoá học);
- Thời gian khử trùng;
- Nồng độ và chủng loại chất khử trùng;
- Cách trộn chất khử trùng.

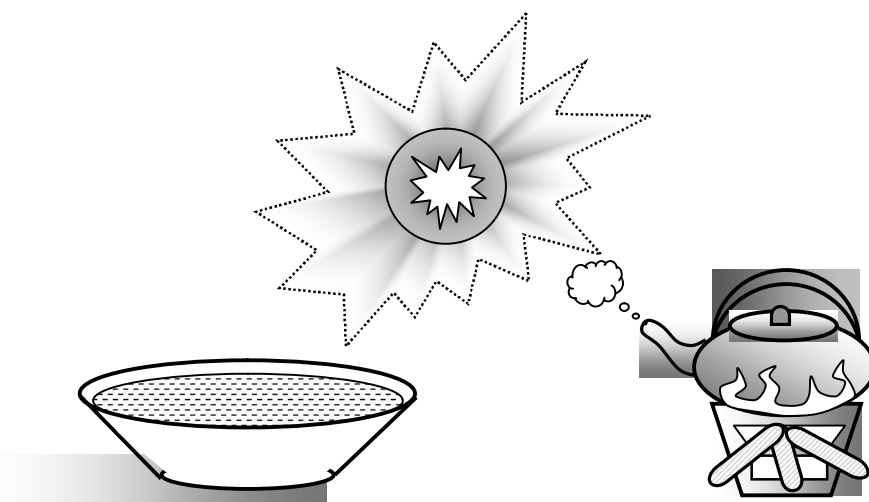
## 5.4.2. Khử trùng nước bằng phương pháp lý học

### a. Phương pháp nhiệt và tia tử ngoại

Dùng nhiệt để đun sôi khử trùng nước là một phương pháp cổ điển và đơn giản nhất. Nước bình thường trong điều kiện tự nhiên có nhiệt độ sôi ở 100 °C và nhiệt độ này sẽ làm chết hầu hết các vi trùng, vi khuẩn và mầm bệnh khác. Phương pháp này có ưu điểm là dễ thực hiện nhưng làm tổn hao nhiều năng lượng, chỉ thích hợp với qui mô gia đình hoặc các khu tập thể (hợp tác xã, cơ xưởng nhỏ nông thôn, trạm y tế, trại sản xuất).

Một số vi khuẩn có thể còn tồn tại ở nhiệt độ sôi bằng cách tạo ra các vỏ bảo vệ bào tử, nhưng ảnh hưởng của những loại này không nhiều lắm. Ta có thể giết chết chúng bằng cách đun sôi liên tục khoảng 15 - 20 phút, sau đó để nguội xuống khoảng 35 °C khoảng 2 giờ đồng hồ để chúng phát triển bình thường trở lại, sau đó đun sôi một lần nữa. Lúc đó chất lượng nước sẽ tốt hơn. Phương pháp đun sôi 2 lần có thể áp dụng trong trường hợp đang có các dịch bệnh bùng phát hoặc sử dụng cho những bệnh xá nông thôn.

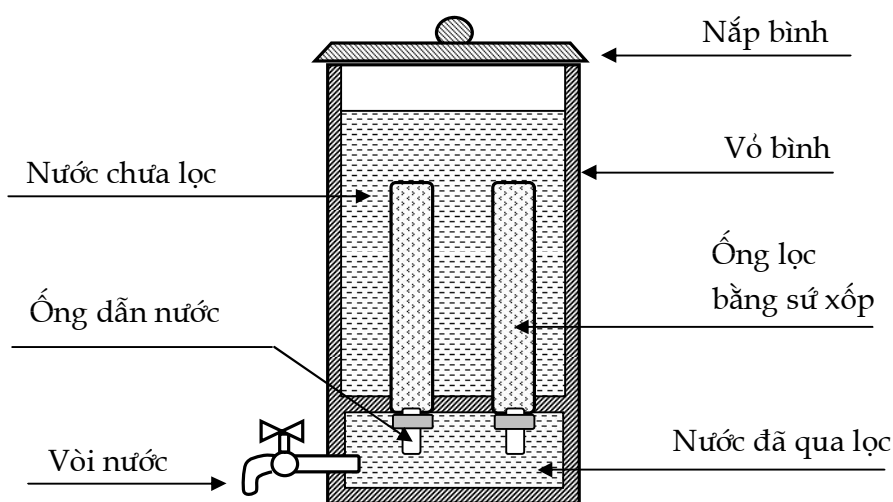
Ở các vùng khó khăn về năng lượng, khan hiếm chất đốt thì có thể khử trùng bằng năng lượng mặt trời. Bức xạ tử ngoại của ánh sáng mặt trời có tác dụng tiêu diệt vi khuẩn. Nước lấy từ sông suối sau khi lắng lọc thô để loại dần chất cặn, sau đó chứa trong các chậu, xô, lu, ... rồi đem phơi nắng khoảng 4 - 6 giờ. Một số khảo cứu cho thấy, sau khi phơi như thế trong điều kiện nắng tốt, khoảng trên 75% vi khuẩn thông thường trong nước có thể bị tiêu diệt.



Hình 5.28: Phơi nắng trực tiếp và đun sôi để khử trùng nước

### b. Phương pháp lọc bằng sứ xốp

Sứ xốp là một loại vật liệu có thể lọc và loại trừ vi sinh vật nước nhờ kích thước các khe hở của chúng rất nhỏ, dưới 1  $\mu\text{m}$ . Nhờ vậy, các hạt rắn và vi trùng có (kích thước khoảng 1 - 2  $\mu\text{m}$ ) bị giữ lại, nước có thể đi qua và trở nên sạch hơn. Trên thị trường có bán nhiều loại bình lọc sứ xốp, có dung tích chứa từ 5 - 10 lít rất phù hợp với việc sử dụng trong gia đình. Nguồn nước đưa vào phải đạt một độ trong nhất định, hàm lượng cặn lơ lửng không nên quá 2 mg/lít để tránh tình trạng đóng cặn quá nhiều. Bình sử dụng phải lọc rửa hằng tuần.



Hình 5.29: Sơ đồ cấu tạo bình lọc nước bằng sứ xốp

### c. Các phương pháp lý học khác

Ngoài 2 phương pháp đơn giản trên, người ta còn có thể khử trùng nước bằng phương pháp lý học khác như:

- ❖ dùng các thiết bị phát ra tia UV (*ultra violet* - tia cực tím, tia tử ngoại) có bước sóng khoảng 200 - 310 nm; hoặc
- ❖ thiết bị sóng siêu âm (*super sonic*) có cường độ phát ra trên 2 W/cm<sup>2</sup> liên tục hơn 5 phút để khử trùng nước.

Với các thiết bị này, toàn bộ sinh vật trong nước sẽ bị tiêu diệt. Tuy nhiên, các thiết bị này khá đắt tiền, khó có thể áp dụng cho các hộ gia đình nông thôn, ngoại trừ việc trang bị cho các trạm y tế hoặc trường học nông thôn.

### 5.4.3. Khử trùng nước bằng phương pháp hóa học

#### a. Khử trùng nước bằng chlor và hợp chất chlor

Khử trùng nước bằng chlor (*chlorine*) hoặc hợp chất chlor (*chlorine compounds*) là một phương pháp phổ biến và đã được áp dụng từ đầu thế kỷ thứ 20. Chlor là một khí độc, có màu vàng xanh, nặng hơn không khí, có đặc tính ăn mòn kim loại khi có sự hiện diện của nước. Nhiệt độ nước càng cao, sự hòa tan chlor càng giảm:

| Nhiệt độ (t °C) | Độ hòa tan (kg Cl <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> nước) |
|-----------------|--|
| 0               | 14,4   |
| 20              | 7,25   |
| 40              | 4,60   |

Khi hòa tan chlor trong nước, phản ứng xảy ra như sau:



Ưu nhược điểm trong việc sử dụng chlor như một chất khử trùng nước:

| Ưu điểm  | Nhược điểm  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Chlor có thể có nhiều dạng: bột, hạt nhỏ, lỏng, hơi</li> <li>Dễ nhận biết và tương đối rẻ so với các hóa chất khác</li> <li>Dễ hòa tan</li> <li>Chlor thừa khi xử lý nước có tác dụng ngăn ngừa nhiễm trùng nước về sau</li> <li>Nó có tác dụng rộng đối với nhiều loại mầm bệnh khác nhau</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Chlor là chất oxy hóa mạnh, cần sử dụng cẩn thận - không ngửi hơi chlor.</li> <li>Không hữu hiệu khi xuyên qua các hạt chất</li> <li>Nước pha chlor có vị khó chịu khi pha nồng độ cao</li> <li>Khử trùng các mầm bệnh dạng bao nang, trứng, virus phải cần lượng chlor cao và thời gian tiếp xúc lâu</li> </ul> |

Chlor thường xuất hiện ở dạng hợp chất như:

+ chlorua natri NaCl;

+ bột vôi chlorua CaCl<sub>2</sub>.Ca(OH)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + Ca(OCl)<sub>2</sub>.2Ca(OH)<sub>2</sub> là một tổ hợp vôi tôi và khí chlor, nó có màu trắng hoặc hơi vàng. Khi có nước bột vôi chlorua bị phân hóa thành acid hipochlor HOCl. Hàm lượng chlor trong hợp chất này khoảng 33 - 37%. Khi tiếp xúc với ánh sáng và ẩm ướt, vôi chlor hóa bị giảm phẩm chất. Do vậy, bột vôi chlorua cần được bảo quản nơi tốt, khô ráo và mát mẻ, chứa trong các thùng có tính chống ăn mòn (làm bằng sứ, chất dẻo, hoặc gỗ).

+ Hipochlorrite natri NaOCl, dạng dung dịch, có hàm lượng chlor khoảng 12 - 15% ở sản phẩm bán cho các nhà máy nước. Còn sản phẩm bán cho hộ gia đình dùng để khử trùng nước, hàm lượng chlor trong NaOCl khoảng 3 - 5%.

### b. Khử trùng nước bằng chlor hóa cho vùng nông thôn

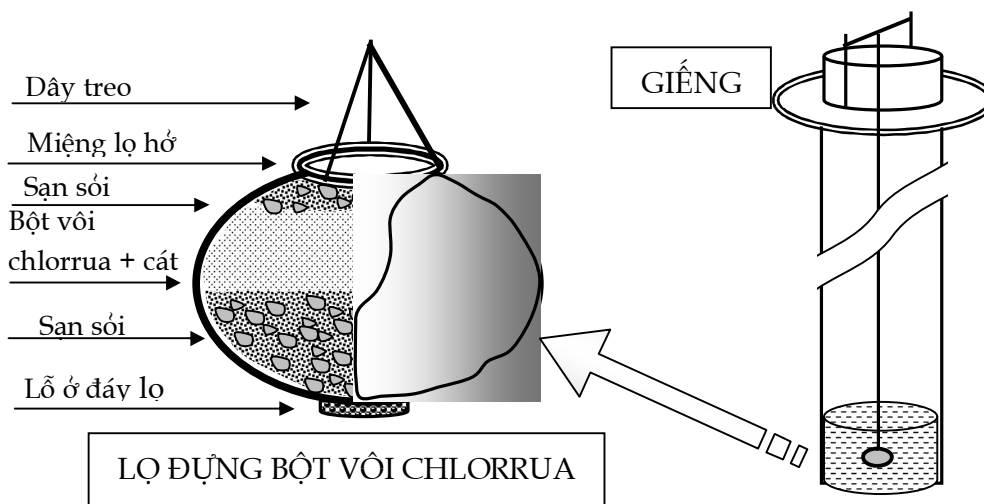
Theo khuyến cáo của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO, 1984), lượng chlor dư thừa trong xử lý nước nên nằm trong khoảng 0,2 - 0,5 mg/l sau thời gian tiếp xúc 30 phút. Đối với các vùng nông thôn, có thể theo khuyến cáo sau:

Bảng 5.15: Liều lượng chlor theo thùng chứa (theo Jan Davis & Robert Lambert, 1997)

| Kích thước vật chứa                      | 1 gallon (4,5 lít) | 20 lít       | 45 gallon (200 lít)         |
|--|--------------------|--------------|-----------------------------|
| Lượng chlor cho 1% hòa tan theo thể tích | 8 giọt             | ½ muỗng cafe | 1 muỗng cafe + 1 muỗng canh |

Ghi chú: 1 muỗng cafe = 5 ml, 1 muỗng canh = 15 ml.

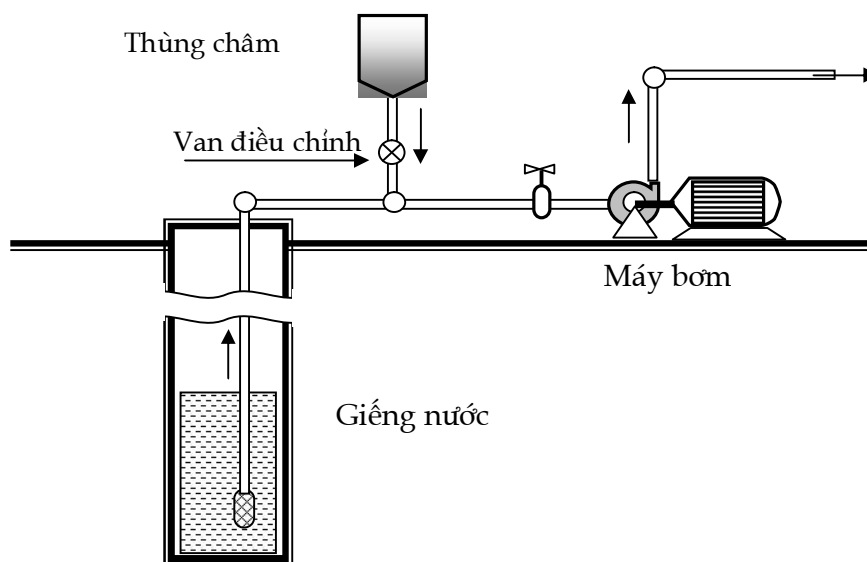
Sử dụng khí chlor không thuận lợi bằng sử dụng hợp chất chlor dùng để khử trùng nước tỏ ra hữu hiệu cho các trạm cấp nước nông thôn. Dùng 1 lọ gốm nhỏ có dung tích khoảng 7 - 10 lít, dưới đáy khoét năm bảy lỗ  $\phi$  6 - 8 mm, đáy bình đổ sỏi cuội cỡ 20 - 40 mm, cao gần một nửa bình. Trộn bột vôi chlorrua và cát theo tỉ lệ 1:2, trọng lượng bột vôi chlorrua khoảng 1,5 kg (trường hợp lượng nước lấy hàng ngày khoảng 1000 - 1200 lít. Đổ hỗn hợp này trên lớp cuội sỏi, xong đổ tiếp cuội sỏi cho đầy bình. Để hở lọ và cột dây thả vào giếng nước trong làng (hình 5.20). Mỗi tuần thay bột trong lọ 1 lần.



Hình 5.30: Minh họa lọ đựng bột vôi chlorrua để khử trùng nước giếng

Đối với các trạm cấp nước lấy nước từ giếng bơm thì có thể nối ống dẫn ra của bơm với ống cấp chứa dung dịch chlor. Thông thường phải có thử nghiệm mức pha trộn chlor trong xử lý nước uống. Trong điều kiện không có thử nghiệm, mức trộn chlor cho xử lý nước uống có thể lấy vào khoảng 1 g  $\text{Cl}_2$ /lít nước. Ống chứa

dung dịch chlor được cung cấp bởi 1 bình điều tiết sao cho lượng chlor vào là không đổi.



Hình 5.31: Cung cấp dung dịch có chlor để khử trùng cho trạm bơm nước giếng

### c. Một số hóa chất khác dùng để khử trùng nước

- **Iod:** thường được sử dụng trong các trường hợp cần khử trùng khẩn cấp nguồn nước (bị rác bẩn, có xác chết, nước xả bệnh viện xâm nhập, ...). Iod có đặc điểm sát trùng mạnh ở nồng độ 10 - 15 mg/l tuy nhiên nó hạn chế do bay hơi nhanh và không mấy hiệu quả khi nguồn nước bị đục hoặc có màu.
- **Thuốc tím (Potassium Permanganate):** thường được sử dụng khi nguồn nước bị nhiễm các vi trùng có khả năng gây bệnh đường ruột, thổ tả, ... Thuốc tím có tính oxy hóa mạnh nhưng hạn chế sử dụng vì bị lưu màu (màu tím) và không khử trùng hiệu quả đối với các vi trùng khác.
- **Ozon:** được sử dụng nhiều cho các bệnh xá, trường học, nhà ăn tập thể vì khả năng sát trùng tốt và có thể khử mùi và vị lạ trong nước. Ozon có hạn chế do còn để lại dư chất, chi phí lắp đặt, vận hành cao và sử dụng nhiều điện năng.
- **Các hoạt chất, chế phẩm chứa Chlor trên thị trường**
  - + **Nước Javen:** chứa khoảng 1% chlor hoạt tính, javen là một chất khử trùng nước hiệu quả, phải đọc kỹ liều lượng hướng dẫn trên các chai đựng javen. Javen chỉ được dùng khi có sự nhiễm trùng nặng nguồn nước. Sau khi khử trùng tối thiểu 30 phút, phải cho lắng cặn, lấy lớp nước mặt sử dụng.

+ **Viên Chlorramin B 0,05 gram**: chứa 10 mg chlor hoạt tính, 1 viên dùng sát trùng cho 1,5 - 2 lít nước.

+ **Viên Chlorramin T 0,01 gram**: 1 viên dùng sát trùng cho 1lít nước (hơi acid).

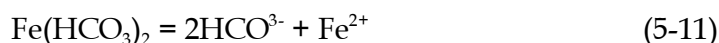
## 5.5. KHỬ SẮT VÀ MANGAN

### 5.5.1. Nguyên lý của việc khử sắt và mangan

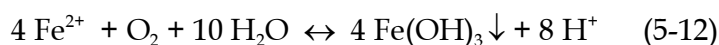
Nước ngầm tự nhiên thường có chứa sắt và mangan, nhiều nơi đặc biệt cao làm nước có vị tanh, chát, cặn có màu vàng, ... ảnh hưởng đến chất lượng sử dụng. Sắt trong nước ngầm thường hiện diện ở các dạng:

- ❖ Dạng hòa tan Fe<sup>2+</sup> (sắt nhị)
- ❖ Dạng keo và dạng lơ lửng Fe(OH)<sub>3</sub>

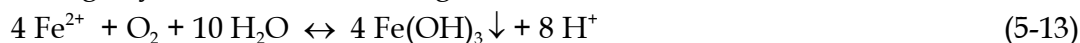
Sắt nhị Fe<sup>2+</sup> trong nước ngầm thường là do sự phân ly bicarbonate Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> do đặc điểm không bền vững của nó:



Việc loại sắt không tan bằng cách biến đổi từ dạng hòa tan được Fe<sup>2+</sup> thành dạng không hòa tan Fe(OH)<sub>3</sub>↓:



Lượng oxy cần thiết để khử 1 mg Fe<sup>2+</sup> :



$$4 \times 56 \text{ mg Fe}^{2+} \equiv 2 \times 16 \text{ mg O}_2 \Rightarrow 1 \text{ mg Fe}^{2+} \equiv \left(\frac{2 \times 16}{4 \times 56}\right) \text{ mg O}_2 = 0,14 \text{ mg O}_2$$

Khi khử sắt bằng oxy hóa, lượng pH trong nước bị giảm do sự sản sinh ra H<sup>+</sup>. Mức độ oxy hóa sẽ phụ thuộc nhiều vào độ pH của nước. Nước có pH càng thấp, hiệu quả oxy hóa càng thấp. Một thực nghiệm cho thấy, với nước có pH = 7,0, nhiệt độ 20 °C, HCO<sub>3</sub><sup>3-</sup> = 570 mg/l, lượng oxy đưa vào 8,9 mg/l, lượng sắt còn dư (còn lại trong nước) theo thời gian như sau:

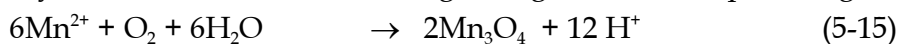
| Thời gian (phút) | Lượng Fe <sup>2+</sup> dư (mg/l) |
|------------------|----------------------------------|
| 1                | 9,5                              |
| 2                | 7,8                              |
| 3                | 6,2                              |
| 4                | 4,8                              |
| 6                | 3,0                              |
| 9                | 1,9                              |

Tốc độ của phản ứng oxy hóa biểu thị bằng phương trình Just:

$$v = \frac{d[\text{Fe}^{2+}]}{dt} = \frac{[\text{Fe}^{2+}][\text{O}_2]}{[\text{H}^+]^2} \cdot K \quad (5-14)$$

$[\text{Fe}^{2+}]$ ,  $[\text{H}^+]$ ,  $[\text{O}_2]$  là nồng độ các ion  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$  và oxy hòa tan trong nước.  $K$  là hằng số tốc độ phản ứng,  $K$  phụ thuộc vào nhiệt độ và chất xúc tác.

Thực tế, việc khử mangan trong nước được tiến hành đồng thời với việc khử sắt. Mangan hiện diện trong nước chủ yếu ở dạng các ion hòa tan  $\text{Mn}^{2+}$ . Khử mangan dựa vào việc oxy hóa nước thành  $\text{MnO}_2$  ở dạng không hòa tan theo phản ứng sau:



Bằng cách tính tương tự như trên, để khử 1 mg  $\text{Mn}^{2+}$  cần 0,29 mg  $\text{O}_2$ .

Độ pH tối ưu để khử mangan là 8,5 - 9,5. Khi độ pH trong nước dưới 8,5, tốc độ oxy hóa rất chậm. Khi độ pH trong nước lớn hơn 7,0 có thể bố trí bể lọc nhanh để khử mangan. Tuy nhiên, người ta cũng nhận thấy tốc độ oxy hóa mangan thường chậm hơn sắt.

Các phương pháp phổ biến để khử mangan:

- ❖ **Làm thoáng nước:** cách làm cũng tương tự như cách khử sắt, nghĩa là bằng cách làm thoáng và cho qua lọc tiếp xúc, tuy nhiên khi trong nước có hàm lượng mangan cao thì cần gia tăng chiều dày lớp cát lọc từ 1,2 - 1,5 m. Nếu hàm lượng mangan quá cao thì cần tăng thêm một lớp than hoạt tính với bề dày khoảng 0,2 - 0,5 m trên lớp cát dày tối thiểu 1,5 m.
- ❖ **Dùng các tác nhân hóa học để oxy hóa:** như chlor ( $\text{Cl}_2$ ), ozôn ( $\text{O}_3$ ) và Kali permanganate ( $\text{KMnO}_4$ )
  - + Nước có pH = 7, dùng diocidchlor ( $\text{Chlor}_2$ ) để oxy hóa  $\text{Mn}^{2+}$  trong 1 - 1,5 giờ với liều lượng 1,35 mg  $\text{Chlor}_2$  để khử 1 mg  $\text{Mn}^{2+}$ . Khi trong nước có sự hiện diện của chất hữu cơ thì cần tăng thêm lượng Chlor để kết hợp khử mangan và khử trùng nước.
  - + Nước có pH = 6,5 - 7,0, dùng ozôn để oxy hóa  $\text{Mn}^{2+}$  trong 10 - 15 phút với liều lượng 1,45 mg  $\text{O}_3$  để khử 1 mg  $\text{Mn}^{2+}$ .
  - + Dùng Kali permanganate ( $\text{KMnO}_4$ ) ngoài việc khử mangan  $\text{Mn}^{2+}$  ở mọi dạng tồn tại,  $\text{KMnO}_4$  còn có khả năng khử mùi hôi trong nước.

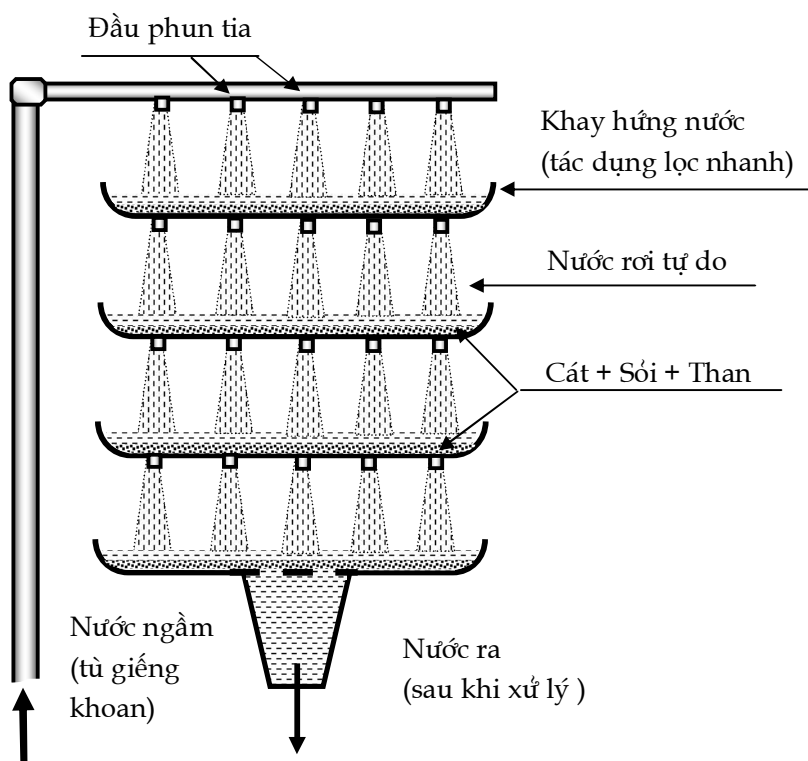


Tuy nhiên, việc dùng hóa chất để khử mangan có nhược điểm là làm quá trình xử lý nước dùng thêm phức tạp, việc quản lý hóa chất khó khăn. Dùng  $\text{KMnO}_4$  nhiều quá mức có thể làm nước có màu tím violet.

- ❖ *Dùng vi sinh vật*: có một loại vi sinh vật có khả năng hấp thụ mangan trong quá trình sinh trưởng trên bề mặt vật liệu lọc.

### 5.5.2. Khử sắt bằng quá trình oxy hóa

Nước ngầm có chứa nhiều sắt và mangan thường được oxy hoá và kết hợp với quá trình lọc nhanh làm cải thiện chất lượng nước đáng kể. Nước ngầm sau khi được bơm lên từ dưới đất được dẫn qua một dàn phun mưa như một quá trình làm thoáng, sau đó nước được trực tiếp lọc nhanh.

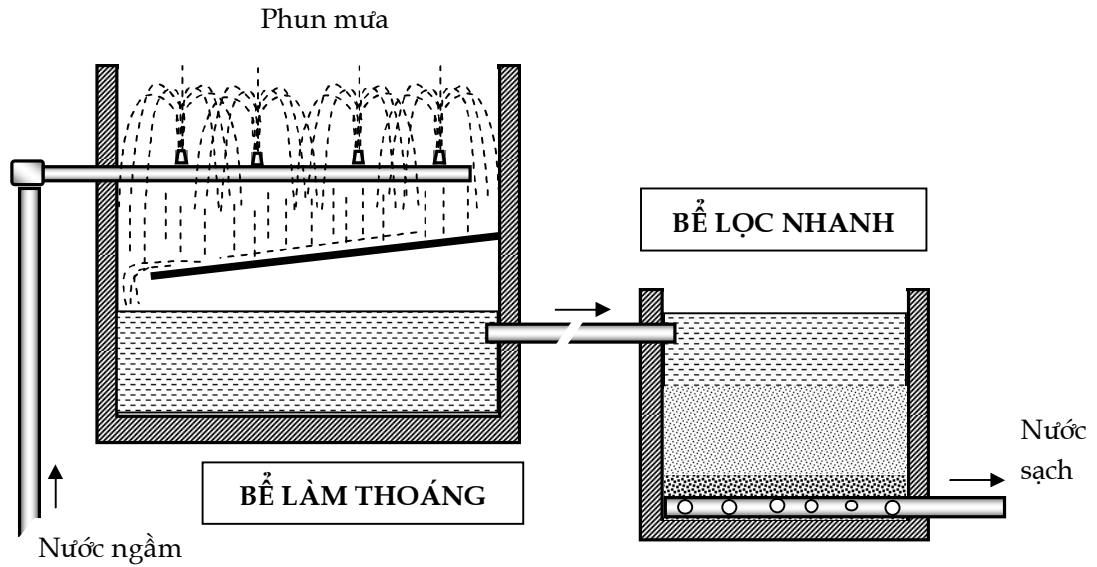


Hình 5.32: Khử sắt bằng phun mưa qua các khay

Nước ngầm được bơm trực tiếp lên cao và đi qua một giàn ống có gắn đầu phun tia. Nước được phun xuống một hoặc nhiều khay hứng nước, trên khay có rải cát, sạn sỏi, than hoạt tính để làm tăng tác dụng lọc. Đáy khay có khoan lỗ để nước được tiếp tục rơi xuống và bị oxy hóa (hình 5.19). Theo Nguyễn Thị Thu Thủy

---

(1999), nếu so với lượng oxy hòa tan bão hòa (khoảng 8,1 mg/l ở 25 °C), lượng oxy hòa tan sau làm thoáng bằng 55% lượng oxy hòa tan bão hòa. Hàm lượng CO<sub>2</sub> sau oxy hóa giảm một nửa.

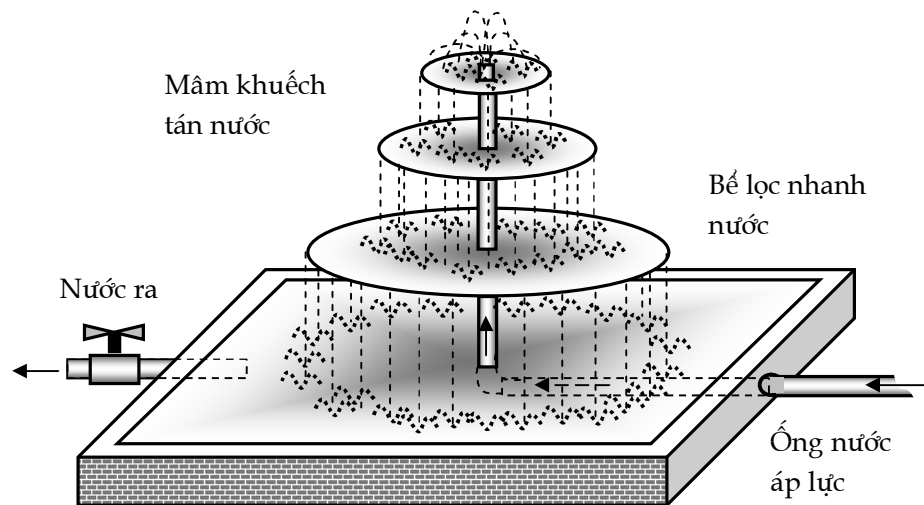


Hình 5.33: Làm thoáng và lọc nhanh nước ngầm

Bể lọc nhanh có thể thiết kế với:

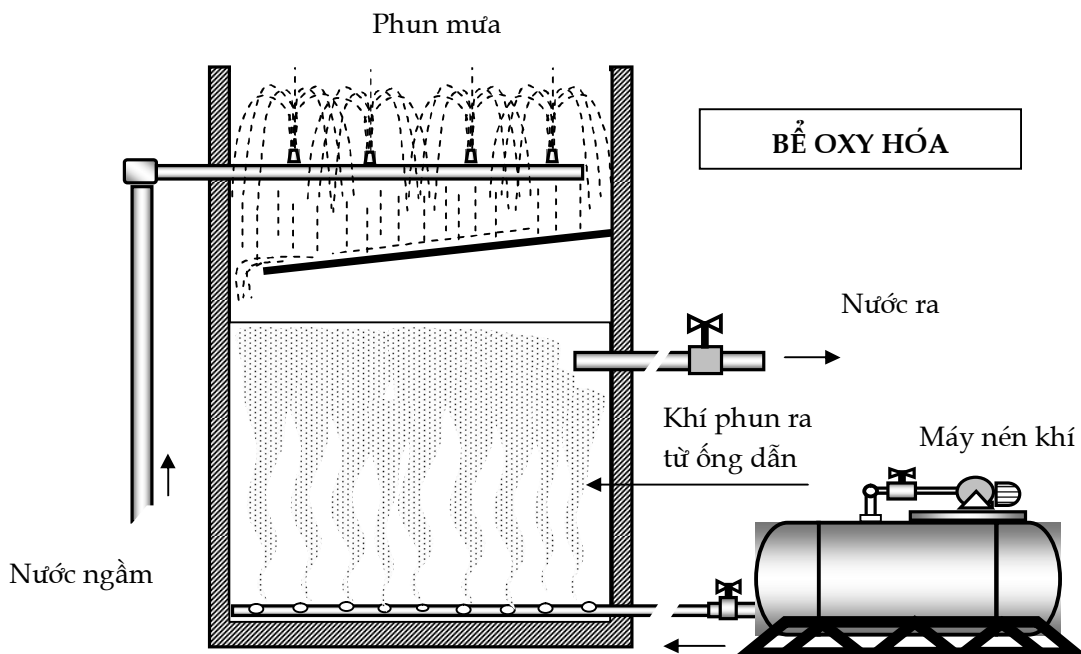
- + tốc độ thấm lọc 5 - 20 m/h,
- + kích thước cát lọc 0,8 - 1,8 mm
- + chiều sâu lớp lọc 1,5 - 2,5 m

Người ta có thể sáng tạo ra nhiều kiểu làm thoáng nước, kết hợp với lọc nhanh, nơi nước đổ xuống sau cùng có thể dẫn đến một bể chứa nước có bố trí vật liệu lọc để lọc nhanh:



Hình 5.34: Một hình thức làm thoáng nước bằng mâm khuếch tán nước

Với lượng nước bơm lớn từ trên 30 m<sup>3</sup>/giờ, ta có thể kết hợp việc phun nước ngoài không khí kết hợp với việc bơm không khí bằng máy nén khí (air compressor) vào bể oxy hóa nhằm tăng hiệu quả của việc khử sắt trong nước ngầm. Lưu lượng bơm khí nén khoảng 4 - 6 m<sup>3</sup>/1 m<sup>3</sup> nước. Quá trình này làm lượng oxy hòa tan sau trong bể oxy hóa bằng 70% hàm lượng oxy hòa tan bão hòa, lượng CO<sub>2</sub> giảm 75% (Nguyễn Thị Thu Thủy, 1999).



Hình 5.35: Oxy hóa bằng phun mưa kết hợp với bình nén khí

Đối với các nguồn nước ngầm bị nhiễm sắt, độ pH thấp có thể dùng bơm khí nén để bơm nước và làm tăng khả năng oxy hóa nguồn nước để khử sắt.

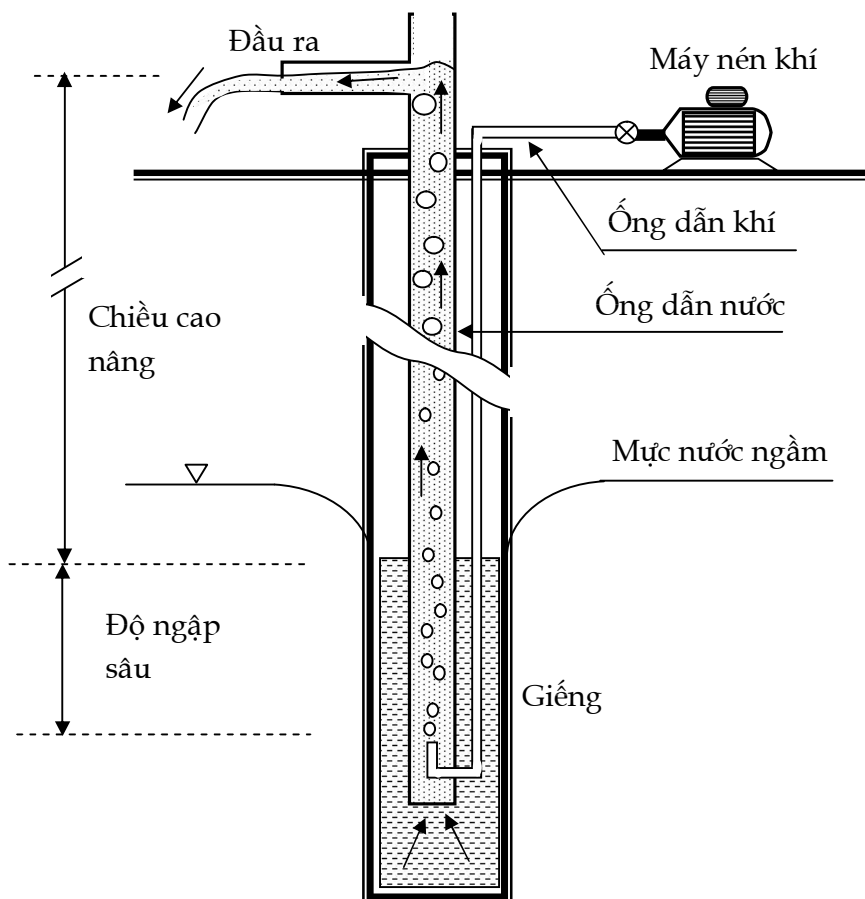
Bảng 5.16: Hướng dẫn sơ bộ để chọn bơm khí nén

| Chiều cao nâng (m) | Độ ngập sâu (m) | Tỉ lệ thể tích khí/nước | Áp lực khí nén (m H <sub>2</sub> O) |
|--------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------------|
| 10                 | 12              | 3,0                     | 20                                  |
| 20                 | 20              | 4,7                     | 30                                  |
| 30                 | 25              | 6,2                     | 40                                  |
| 40                 | 28              | 7,9                     | 45                                  |
| 60                 | 40              | 9,6                     | 65                                  |
| 80                 | 49              | 11,6                    | 85                                  |
| 100                | 58              | 13,3                    | 105                                 |
| 120                | 71              | 14,8                    | 125                                 |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

| Công suất bơm (l/s) | Đường kính ống xả (mm) | Đường kính ống dẫn khí (mm) | Công suất máy nén (HP) |
|---------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 2,5                 | 75                     | 25                          | 1,5                    |
| 5,0                 | 100                    | 40                          | 2,5                    |
| 7,5                 | 100                    | 40                          | 4,0                    |
| 10,0                | 125                    | 50                          | 5,0                    |
| 15,0                | 150                    | 50                          | 7,5                    |
| 20,0                | 150                    | 60                          | 10,0                   |
| 40,0                | 200                    | 75                          | 20,0                   |

(Theo Nguyễn Duy Thiện, 2000)

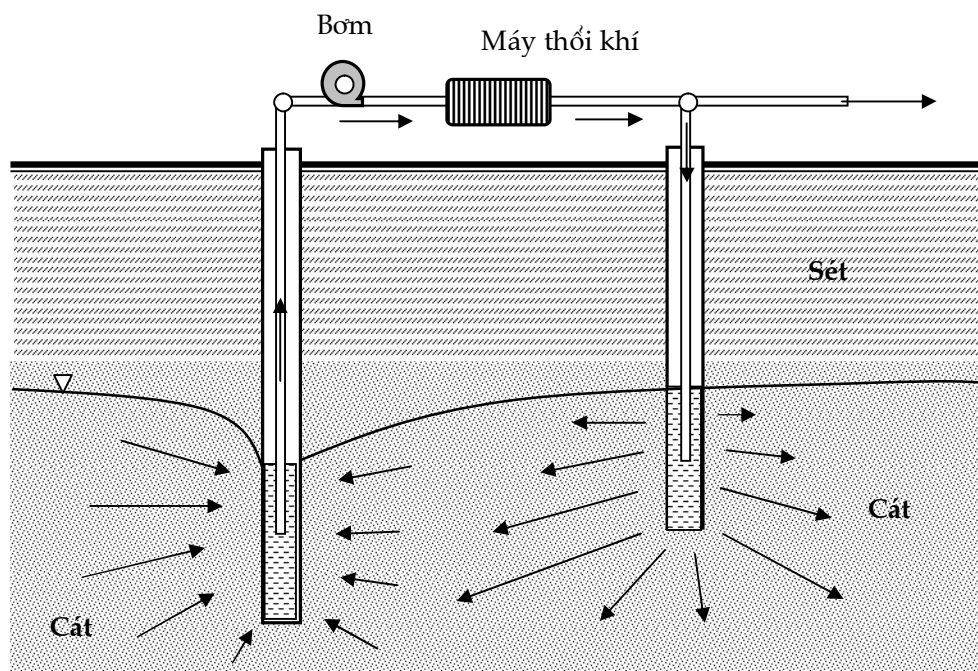


Hình 5.36: Bơm nước ngầm bằng khí nén để giảm sắt trong nước

Ghi chú: Cách thực bơm không khí vào giếng ít được sử dụng vì gây khả năng đóng cặn sắt trong thành ống rất cao, việc thay rửa ống phức tạp.

### 5.5.3. Khử sắt dưới tầng nước ngầm

Đây là một phương án được xem là rẻ tiền hơn việc làm thoáng và lọc nhanh trong trường hợp cần khai thác một khối lượng nước lớn (A.N. van Breemen, IHE Delft, 1994). Theo phương pháp này, nước được bơm tia xuống tầng cát thông qua 1 cái giếng. Sự thấm lọc của nước qua cát sẽ loại bỏ sắt và chứa oxy (hình 5.21).



Hình 5.37: Minh họa cách bơm tia khử sắt tầng nước ngầm

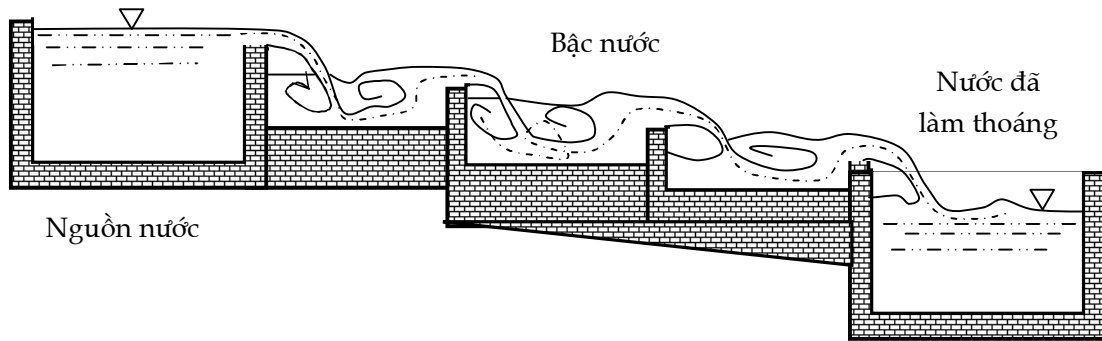
Mức thổi oxy vào giếng lấy tối thiểu là 0,028 lít cho 1 lít nước ngầm khai thác. Tỷ lệ oxy: nước lấy là 1:35. Thực tế, người ta bố trí các chuỗi giếng bơm khí và thu nước xen kẽ nhau để gia tăng hiệu suất khai thác.

### 5.5.4. Làm thoáng nước bằng thủy lực

Ta có thể lợi dụng các công trình dẫn nước qua địa hình như bậc nước, nước nhảy, ống Ventury để gia tăng việc oxy hóa nguồn nước như hình vẽ.

Nước khi chảy qua các bậc có độ cao giảm dần sẽ tạo thành các cuộn xoáy, pha trộn không khí. Hiệu quả của việc oxy hóa tùy thuộc vào số bậc nước, chiều cao rơi và hình dạng thành bậc. Lượng nước tràn qua bậc thường được thiết kế khoảng 50 - 200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.giờ. Độ cao rơi tổng cộng của các bể khoảng từ 2 - 7 mét. Độ sâu

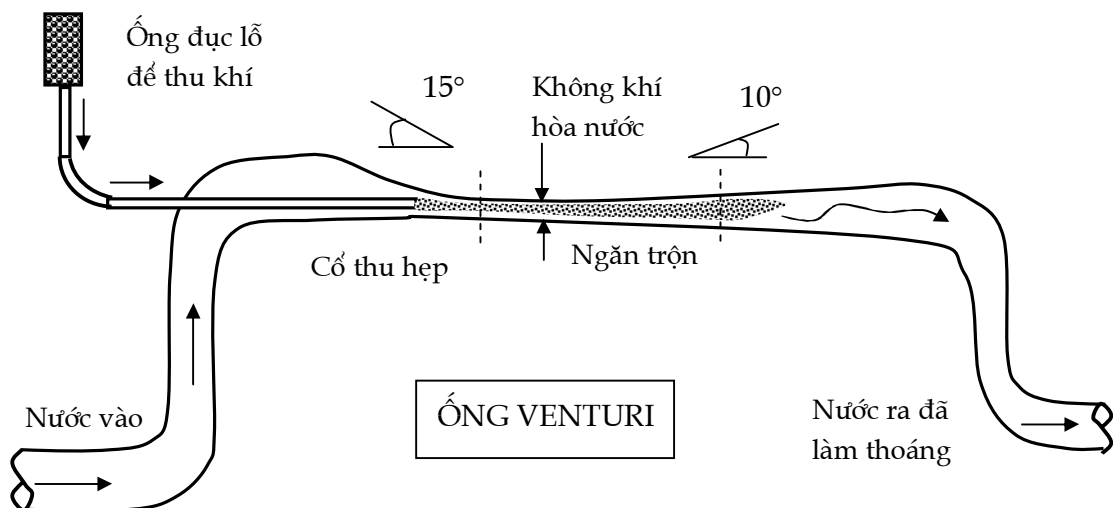
của bể thì phải chọn sao cho tia nước rơi vào bể không đụng đáy bể. Các bong bóng không khí bị lôi cuốn theo tới đáy bể và nếu đạt điều kiện này, sự trao đổi khí sẽ đạt hiệu quả lớn nhất. Theo kinh nghiệm thì độ sâu của bể phải tối thiểu bằng  $\frac{2}{3}$  độ cao rơi. Chiều rộng của bể thì phải đảm bảo toàn bộ nước trong mọi trường hợp rơi đều vào trong bể.



Hình 5.38: Công trình làm thoáng nước theo bậc (cho các vùng miền núi)

Lợi dụng nguyên lý Bernulli, khi nước chuyển động qua một mặt cắt thu hẹp sẽ gia tăng tốc độ lên rất nhiều, áp suất giảm nhanh tạo nên một lực hút mạnh cuốn không khí theo một góc côn phun vào ống tạo nên một sự trộn lẫn và tạo nên phản ứng oxy hóa nước.

Kinh nghiệm cho thấy góc vào miệng thu hẹp khoảng  $15^\circ$  và góc mở rộng ra khoảng  $10^\circ$ , chiều dài ngắn trộn khoảng 6 - 8 lần đường kính chỗ hẹp nhất.





Hình 5.39: Làm thoáng bằng ống Venturi

## 5.6. KHỬ MẶN VÀ KHỬ MUỐI TRONG NƯỚC

### 5.6.1. Tổng quát

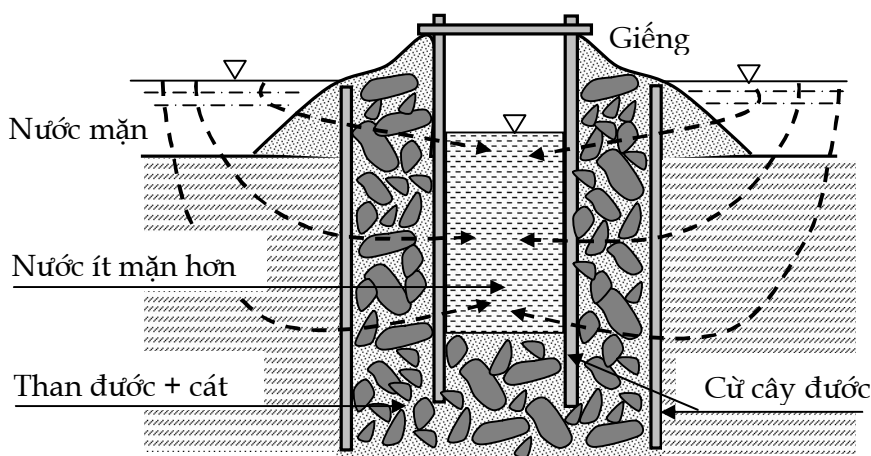
Khử mặn là giảm hàm lượng muối trong nước xuống đến tiêu chuẩn dùng nước cho sinh hoạt và ăn uống. Khử muối có yêu cầu triệt để hơn là loại bỏ hoàn toàn lượng muối hòa tan trong nước để thỏa yêu cầu nước sản xuất. Hiện nay, có các công nghệ khử muối như sau:

- Nếu hàm lượng muối trong nước dưới 2 - 3 g/l, hàm lượng cặn nhỏ hơn 8 mg/l, độ màu không quá 30° và độ oxy hóa không lớn hơn 7 mg/l (tính theo  $\text{KMnO}_4$ ): dùng *phương pháp trao đổi ion*.
- Nếu hàm lượng muối trong nước nằm trong khoảng 1,5 - 10 g/l, hàm lượng cặn nhỏ hơn 2 mg/l, độ màu không quá 20° và độ oxy hóa không lớn hơn 5 mg/l, hàm lượng sắt nhỏ hơn 0,05 mg/l, hàm lượng mangan nhỏ hơn 0,05 mg/l: dùng *phương pháp điện phân*.
- Nếu hàm lượng muối trong nước lớn hơn 10 g/l: dùng *phương pháp chưng cất, đông lạnh hoặc lọc qua màng thấm*.

Các phương pháp này tốn phí nhiều, không phù hợp với điều kiện nông thôn.

### 5.6.2. Lọc nước mặn bằng than đước

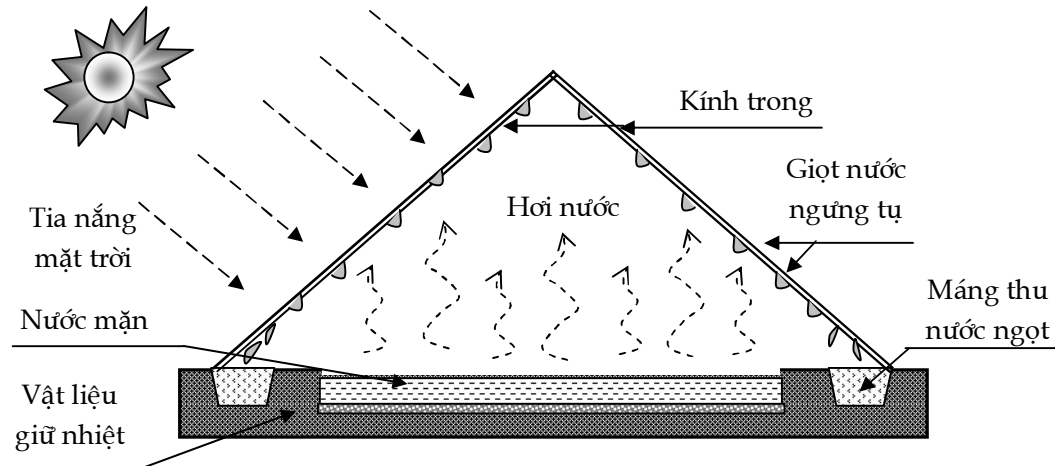
Đây là một phương pháp rẻ tiền, phù hợp với các vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long, mặt dầu không hoàn toàn khử mặn được, nước vẫn còn bị lợ lợ nhưng vẫn được người dân chấp nhận được nhất là trong các thời điểm nắng hạn kéo dài. Đào 1 hố sâu khoảng 2 mét, đường kính 3 - 4 mét, chung quanh đóng 2 hàng cừ bằng cây đước thành hình vòng tròn có khoảng hở khoảng 0,5 - 0,8 mét, tạo thành 1 cái giếng nhỏ có tính cách gia đình. Đường kính trong của giếng 1 mét. Giữa 2 vòng cừ, bỏ đầy than đước, nếu có điều kiện nên lèn chặt cát giữa các khe hở. Nước mặn khi thấm qua lớp lọc than đước - cát sẽ giảm được độ mặn.



Hình 5.40: Cách thức làm giảm độ mặn bằng than đước

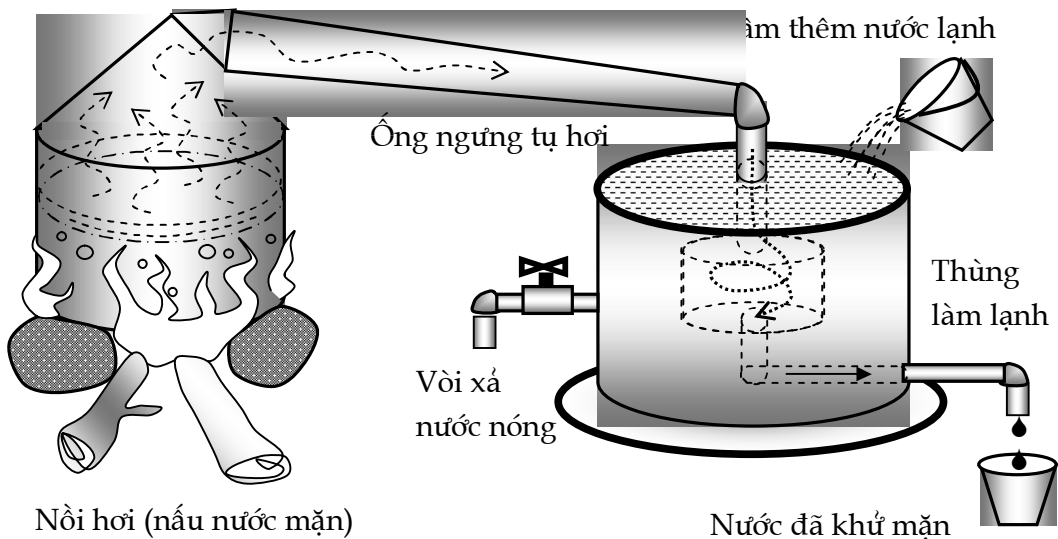
### 5.6.3. Khử mặn bằng nhiệt hoặc chưng cất

Nước khi bốc hơi sẽ để lại các chất hòa tan trong nó. Ở các vùng nhiệt đới, lợi dụng sự dồi dào năng lượng mặt trời, người ta chế ra một hộp nóng để khử nước muối như hình 5.41. Hộp nóng làm việc theo hiệu ứng nhà kính. Có thể thu khoảng 3 - 6 lít nước/ngày tùy theo kích thước hộp nóng và khả năng thu nhiệt. Cách này hơi tốn chi phí ban đầu nhưng tận dụng được năng lượng mặt trời.



Hình 5.41: Hộp nóng dùng để khử muối (sử dụng gia đình)

Ta có thể khử nước mặn bằng hệ thống chưng cất đơn giản (1 bậc) để sử dụng trong qui mô gia đình như hình 5.42. Cách này thu được nước ngọt đã khử trùng, nước được làm mềm một phần nhưng hao tốn năng lượng và công sức, hiệu suất thấp. Nồi nước phải cạo sạch cặn muối thường xuyên.



Hình 5.42: Minh họa cách chưng cất nước mặn 1 bậc dùng cho gia đình

## 5.7. CÁC BIỆN PHÁP XỬ LÝ NƯỚC KHÁC

Nếu căn cứ vào tiêu chuẩn sử dụng nước do Nhà nước ban hành để áp dụng cho vùng nông thôn thì có thể gặp một số khó khăn do khả năng đầu tư công nghệ cho các vùng nông thôn còn nghèo. Trong phạm vi cẩm nang này, chúng tôi chỉ có giới thiệu một số biện pháp mang tính tổng quát để độc giả lưu ý khi thực hiện các biện pháp làm sạch nguồn nước.

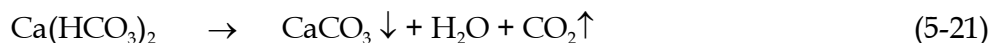
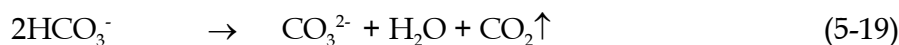
### 5.7.1. Làm mềm nước

Nguồn nước ở các vùng ven biển ở Việt Nam thường có độ cứng cao, biểu thị qua hàm lượng các muối Canxi và Magiê có trong nước. Nước cứng cao gây trở ngại cho sử dụng: nấu ăn lâu chín, cặn đóng trong nồi, giặt áo quần tốn nhiều xà-phòng, chế biến thực phẩm khó khăn, ... Về mặt hóa học, độ cứng của nước là tổng số đo hàm lượng các ion  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{Mg}^{2+}$  trong 1 lít nước:

$$\text{Độ cứng toàn phần} = \frac{[\text{Ca}^{2+}]}{40} + \frac{[\text{Mg}^{2+}]}{24} \quad (\text{mmol/l}) \quad (5-18)$$

Ngoài ra, ta còn phân biệt, độ cứng carbonate là độ cứng tạm thời và độ cứng không carbonate là độ cứng vĩnh cửu. Theo qui định của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) thì nước cấp sinh hoạt phải có độ cứng nhỏ hơn 5 mmol/l. Một số phương pháp làm mềm nước:

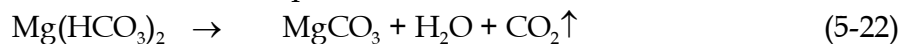
- **Phương pháp nhiệt:** khi đun nước đến độ sôi  $100^\circ\text{C}$  sẽ khử toàn bộ độ cứng carbonate và một phần nhỏ độ cứng không carbonate. Khi nước nóng sôi lên, khí carbonic hòa tan trong nước sẽ bị bốc hơi theo phản ứng:



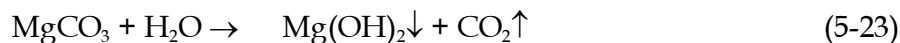
Trong trường hợp này, do khử được  $\text{CO}_2$  và giảm độ cứng carbonate của nước nhưng lượng  $\text{CaCO}_3$  hòa tan vẫn còn tồn tại trong nước.

Đối với Magiê, quá trình khử gồm 2 giai đoạn:

+ Khi nhiệt độ nước còn thấp, dưới  $18^\circ\text{C}$ :



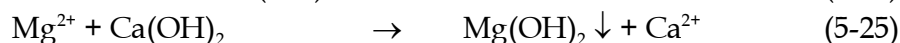
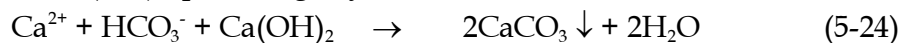
+ Khi tiếp tục tăng nhiệt độ,  $\text{MgCO}_3$  bị thủy phân theo phản ứng:



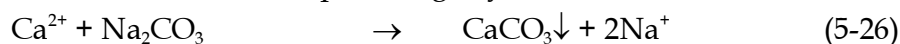
Ta có thể kết hợp phương pháp nhiệt kết hợp với dùng hóa chất để tạo bông cặn có kích thước lớn hơn và thời gian lắng nhanh hơn do độ nhớt của nước giảm khi nhiệt độ nước gia tăng. Làm mềm nước bằng phương pháp nhiệt thường được áp dụng khi xử lý nước cấp cho nồi hơi trong công nghiệp, khi đó ta tận dụng nhiệt lượng dư của nồi hơi để làm nóng nước.

- **Phương pháp hóa học:** Bằng cách dùng các hóa chất như vôi  $\text{Ca(OH)}_2$ , natri carbonate  $\text{NaCO}_3$ , sút natri hydroxide  $\text{NaOH}$  để gây phản ứng kết hợp với ion  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{Mg}^{2+}$  tạo thành các chất không tan như  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  và  $\text{Mg(OH)}_2$ , ... và sẽ được loại trừ bằng lắng đọng.

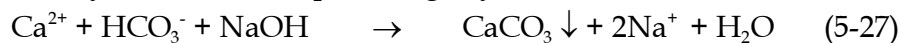
+ Với vôi  $\text{Ca(OH)}_2$ , phản ứng xảy ra như sau:



+ Với natri carbonate  $\text{NaCO}_3$ , phản ứng xảy ra như sau:



+ Với natri hydroxide  $\text{NaOH}$ , phản ứng xảy ra như sau:



Cần lưu ý là lượng natri cho phép trong nước theo Tiêu chuẩn tạm thời của Việt Nam (QĐ số 505 BYT/QĐ ngày 13/4/1992) cần nhỏ hơn 200 mg/l, một số tiêu chuẩn quốc gia khác buộc lượng natri tối đa trong nước không qua 150 mg/l.

### 5.7.2. Điều chỉnh độ pH của nước

Điều chỉnh độ pH của nước là một trong các nhiệm vụ của công tác xử lý ổn định nước (*water stabilization*) nhằm giữ cho nước luôn luôn ở trạng thái trung tính, ngăn ngừa sự giảm chất lượng nước trong quá trình vận chuyển, hạn chế quá trình xâm thực hoặc lắng cặn Canxi Carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) trong hệ thống cấp nước. Một số nước mang tính ăn mòn tự nhiên, trong số một số nước khác tạo hiện tượng ăn mòn do sự giảm độ pH khi thêm vào các chất Keo tụ gốc kim loại hoặc chlorine. Một số loại nước khác đã được làm mềm bởi quá trình vôi - soda mà có thể thành chất kiềm và siêu bão hòa với calcium carbonate.

Độ pH ổn định của nước có thể được xác định qua chỉ số Langier (SI):

$$\text{SI} = \text{pH} - (\text{pK}_2' - \text{pK}_s' + \text{pCa} + \text{pAlk}) \quad (5-28)$$

trong đó:

p - ký hiệu chỉ log âm. (- log); pH - độ pH của nước cần xử lý;

$K_2'$  và  $K_s'$  - là những hằng số thực nghiệm tùy thuộc vào nhiệt độ và nồng độ ion của nước;

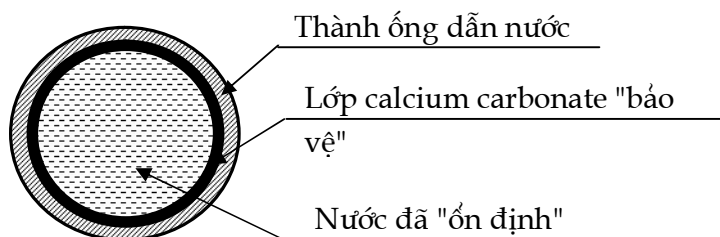
Ca và Alk - chỉ độ tập trung phân tử của calcium và độ kiềm.

Nếu  $-0,25 < SI < +0,25$  thì nước được xem là ổn định;

$SI < -0,25$  thì nước có tính ăn mòn;

$SI > +0,25$  thì nước sẽ có sự lắng đọng calcium carbonate.

Áp dụng những tính chất trên, để bảo vệ đường ống và thiết bị của hệ thống khỏi bị xâm thực thì trong thời đầu mới lắp đặt, người ta pha trộn hóa chất sao cho  $SI > 0,25$  nhằm tạo ra một sự lắng đọng calcium carbonate lên mặt trong thành ống như một lớp bảo vệ mỏng vừa đủ, không cho nước tiếp xúc với thành ống hoặc thiết bị, nếu lớp này quá dày cũng không có tốt vì nó sẽ làm giảm tiết diện dòng chảy, gây bất lợi về mặt thủy lực. Sau đó, người ta xử lý nước lại sao cho  $SI$  dao động trong khoảng từ  $-0,25$  đến  $+0,25$ , tốt nhất  $SI = 0$  bằng cách thay đổi hợp lý tỷ lệ giữa nồng độ  $\text{HCO}_3^-$  và  $\text{CO}_2$  để hạn chế chuyện ăn mòn cũng như lắng đọng trong ống.



Hình 5.43: Minh họa đường ống dẫn nước đã ổn định