CHƯƠNG 7

XỬ LÝ NƯỚC CHUA PHÈN
LÀM MỀM NƯỚC

XỬ LÝ NƯỚC CHUA PHÈN

GIỚI THIỆU

- 41% diện tích đất ở vùng ĐBSCL bị nhiễm phèn => rửa trôi => nước bị nhiễm phèn
- Đặc điểm của nguồn nước bị nhiễm phèn:
- Chứa nhiều ion H^+ => pH thấp
- Chứa các muối thủy phân mang tính axit như: $AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$
- Không có tính chất đệm (hàm lượng ion HCO_3^-, CO_3^{2-} thấp)

CÁC LOẠI NƯỚC NHIỄM PHÈN

- Loại 1:

- Đặc điểm:

+ Màu: Vàng đục

+ pH: 2,5 – 3,0

+ Độ kiềm: 0

+ Hàm lượng sắt: 30 – 120 mg/l

+ Hàm lượng SO_4^{2-}: 800 – 5000mg/l

+ Chứa nhiều các tạp mùn hữu cơ.

- Cách xử lý: Chưa tìm được biện pháp xử lý nguồn nước này làm nước cấp.

CÁC LOẠI NƯỚC NHIỄM PHÈN

- Loại 2:

- Đặc điểm:

+ Màu: vàng đục
+ pH: 2,5 – 3,5
+ Độ kiềm: 0
+ Hàm lượng sắt: 25 – 70 mg/l
+ Hàm lượng SO_4^{2-}: 100-380mg/l
+ Độ mặn: 180 mg/l
+ Chứa nhiều tạp chất hữu cơ

- Biện pháp xử lý:

+ Kiềm hóa nước => nâng pH lên 6,5 và khử sắt
+ lắng và lọc kết tủa

CÁC LOẠI NƯỚC NHIỄM PHÈN

- Loại 3:

- Đặc tính:

+ Màu: trong xanh

+ pH: 2,5 – 2,8

+ Độ kiềm: 0

+ Hàm lượng sắt: 2-10mg/l

+ Hàm lượng nhôm: 4 – 20 mg/l

+ Hàm lượng SO_4^{2-}: 100-400mg/l

- Phương pháp xử lý:

+ Kiềm hóa => nâng pH, khử nhôm và sắt

+ Cho nước lọc qua tro bếp

LÀM MỀM NƯỚC

KHÁI NIỆM CHUNG

- Làm mềm nước là quá trình làm giảm nồng độ của ion Ca^{2+} và Mg^{2+} trong nước
- Khi làm mềm phải căn cưa vào: Mức độ làm mềm cần thiết, chất lượng nước nguồn, các chỉ tiêu kinh tế.
- Các phương pháp làm mềm nước:

+ Phương pháp dùng hóa chất: cho hóa chất thích hợp để kết tủa ion: Ca^{2+} và Mg^{2+}

+ Phương pháp nhiệt: đun nóng hoặc chưng cất nước

+ Phương pháp trao đổi ion:lọc nước qua lớp lọc cationit có khả năng trao đổi ion Na^{+}, và H^{+}

+ Phương pháp tổng hợp

+ Lọc qua màng bán thấm, thẩm thấu ngược

LÀM MỀM BẰNG NHIỆT

- Khi đun nước có thể khử độ cứng cacbonat theo phương trình sau:

$Ca(HCO_3)_2 \Rightarrow CaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$

$Mg(HCO_3)_2 \Rightarrow MgCO_3 + CO_2 + H_2O$

sau đó:

$MgCO_3 + H_2O \Rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CO_2\downarrow$

- Phương pháp nhiệt chỉ áp dụng cho các hệ thống cấp nước nồi hơi vì tận dụng được nhiệt thừa của nồi hơi.

LÀM MỀM BẰNG HÓA CHẤT

- Làm mềm bằng nước vôi:

- Áp dụng trong trường hợp nước cần giảm độ cứng và độ kiềm
- Có thể kết hợp với phương pháp trao đổi ion để đem lại hiệu quả cao hơn.
- PTPU:

$$2CO_2 + Ca(OH)_2 \Rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \Rightarrow 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \Rightarrow Mg(OH)_2 + 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

- Nếu tổng hàm lượng ion HCO_3^- và CO_3^{2-} trong nước nhỏ hơn tổng Ca^{2+} và Mg^{2+} => một phần Mg chuyển thành $MgSO_4$, $MgCl_2$ => dùng vôi để xử lý theo ptpu:

LÀM MỀM BẰNG HÓA CHẤT

$MgSO_4 + Ca(OH)_2 \Rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CaSO_4$

$MgCl_2 + Ca(OH)_2 \Rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CaCl_2$

quá trình này làm giảm độ cứng Mg nhưng lại tăng độ cứng Ca => tổng độ cứng không đổi => cho thêm CO_3^{2-} vào để kết tủa Ca^{2+}

- Để khử độ cứng cacbonat liều lượng vôi Dv tính theo CaO được áp dụng theo công thức:

+ Khi:

$$\frac{Ca^{2+}}{20} > C_c; D_v = 28\left(\frac{CO_2}{22} + C_K + \frac{D_K}{e_K} + 0,5\right)(mg/l)$$

LÀM MỀM BẰNG HÓA CHẤT

+ Khi: $\frac{Ca^{2+}}{20} < C_c; D_v = 28(\frac{CO_2}{22} + 2C_K - \frac{Ca^{2+}}{20} + \frac{D_K}{e_K} + 1)(mg/l)$

Trong đó:

CO_2: nồng độ CO_2 tự do trong nước (mg/l)

Ca^{2+} hàm lượng canxi trong nước(mg/l)

C_C, C_K: độ cứng cacbonat và không cacbonat trong nước (mgđl/l)

D_K: liều lượng chất keo tụ $FeCl_3$ or $FeSO_4$ tính theo sản phẩm khô

e_K: đương lượng hoạt chất trong chất keo tụ ($FeCl_3$: e_K=54; $FeSO_4$: e_K=76

LÀM MỀM BẰNG HÓA CHẤT

- Liều lượng vôi và soda khi làm mềm nước xác định theo công thức:

$$D_v = 28.(\frac{CO_2}{22} + C_K + \frac{Mg^{2+}}{12} + \frac{D_K}{e_K} + 0,5)(mg/l)$$

$$D_{XD} = 53(C_K + \frac{C_K}{e_K} + 1)(mg/l)$$

Trong đó: Mg^{2+}: hàm lượng Mg có trong nước

LÀM MỀM BẰNG HÓA CHẤT

- Khi làm mềm bằng vôi hoặc soda: liều lượng chất keo tụ tính theo sản phẩm khô được xác định theo công thức:

$$D_K = 3\sqrt[3]{C}(mg/l)$$

Trong đó: C: hàm lượng cặn tạo thành khi làm mềm.

C tính theo công thức:

$$C = M_l + 50.(C_{tp} + C_c + \frac{CO_2}{22} + 0,5) + 29.(\frac{Mg^{2+}}{12}) + D_v.\frac{(100-m)}{100}(mg/l)$$

(Khi làm mềm bằng vôi hoặc soda)

LÀM MỀM BẰNG HÓA CHẤT

$$C = M_l + 50.(\frac{CO_2}{22} + 2C_c) + 29.(\frac{Mg^{2+}}{12}) + D_v.\frac{(100-m)}{100}(mg/l)$$

(Khi khử độ cứng cacbonat)

Trong đó:

M_l: Hàm lượng chất lơ lửng trong nước ngầm

Ctp: độ cứng toàn phần của nước

m: % CaO có trong vôi thị trường

Dv: liều lượng vôi tính theo CaO

LÀM MỀM BẰNG HÓA CHẤT

- Làm mềm nước bằng phốt phát:

- Khi sử dụng vôi và xôđa vẫn chưa hạ độ cứng của nước xuống được đến mức tối thiểu => dùng photphat để giảm độ cứng:

ptpu: $3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \Rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow$

$3Mg^{2+} + 2PO_4^{3-} \Rightarrow Mg_3(PO_4)_2\downarrow$

- Quá trình làm mềm nước bằng phốt phát chỉ diễn ra thuận lợi ở nhiệt độ lớn hơn 100^oC.
- Sau xử lý độ cứng của nước giảm xuống còn 0,04-0,05 mgđi/i.
- Do giá thành của Na_3PO_4 cao, nên chỉ dùng với liều lượng nhỏ và sau khi đã làm mềm nước bằng vôi và xôđa.

Phương pháp làm mềm nước bằng natricationit

- Dùng để làm mềm nước ngầm và nước mặt có hàm lượng chất lơ lửng ≤ 5-8mg/l và độ màu ≤ 30°
- Độ kiềm của nước không thay đổi khi xử lý
- Độ cứng của nước có thể giảm xuống đến 0,03-0,05 mgđl/l khi dùng phương pháp Natri cationit một bậc và giảm xuống còn 0,01 mgđl/l khi dùng hai bậc

Phương pháp làm mềm nước bằng natricationit

- Khối lượng cationit cho vào bể lọc 1 được xác định theo công thức:

$$W_{tc} = \frac{2 + q.C_{tp}}{n.E_{lv}^{Na}}(m^3)$$

Trong đó:

q: lưu lượng nước đưa vào làm mềm

C_{tp}: Độ cứng toàn phần của nước nguồn (gđl/l)

E_{lv}^{Na}: khả năng trao đổi thể tích làm việc của cationit

n: Số lần hoàn nguyên mỗi bể lọc trong 1 ngày

$$E_{lv}^{Na} = \alpha_e.\ \alpha_e.\beta_{Na}.C_{Na}.E_{ht}\text{-}0{,}5q_r.C_{tp}$$

trong đó:

α_e: Hệ số hiệu suất hoàn nguyên có kể đến sự hoàn nguyên không hoàn toàn (theo bảng)

Phương pháp làm mềm nước bằng natricationit

- β_{Na}: Hệ số kể đến độ giảm, khả năng trao đổi cationít, đối với Ca^{2+} và Mg^{2+} do Na^{+} bị giữ lại một phần (theo bảng)
- C_{Na}: nồng độ Na trong nước nguồn:

$$C_{Na} = Na^{+}/23$$

- E_{ht} : Khả năng trao đổi toàn phần theo thể tích gđl/m^3 xác định theo số liệu xuất xưởng
- qr : Lưu lượng đơn vị nước để rửa cationít tính bằng $m^3/1m^3$ cationít lấy bằng 4-5.
- Ctp: Độ cứng toàn phần của nước nguồn(gđl/m^3)

Phương pháp làm mềm nước bằng natricationit

- Diện tích bể lọc cationít bậc 1 cần xác định như sau:

$$F_{ct} = W_{ct}/H \ (m^3)$$

Trong đó:

W_{ct}:Khối tích cationít cho vào bể (m^3)

H : Chiều cao lớp cationít trong bể, lấy bằng 2-3m (trị số lớn dùng cho nước có độ cứng lớn hơn 10 mgđl/l)

- Tốc độ lọc:

- Khi độ cứng tp của nước ≤5 mgđl/l thì v = 25m/h

- Khi độ cứng tp của nước từ 5-10 mgđl/l thì v = 15m/h

- Khi độ cứng toàn phần của nước từ 10-15 mgđl/l thì

v = 10m/h

Phương pháp làm mềm nước bằng natricationit

- Hoàn nguyên bể lọc cationít bằng muối ăn.

- Lượng muối ăn dùng cho 1 lần hoàn nguyên bể lọc Natri - cationít xác định theo công thức:

$$P = f.H.E_{lv}^{Na}.a/1000 \quad (kg)$$

Trong đó:

f : Diện tích 1 bể lọc (m^2)

H : Chiều cao lớp lọc cationít trong bể (m)

E_{lv}^{Na}: Khả năng trao đổi làm việc theo thể tích của cationít (gđl/m)

a : Lượng nước cho 1 gđl của thể tích trao đổi làm việc (120-150g/gđl đối với bể lọc bậc I trong sơ đồ làm việc 2 bậc và 150- 200 g/gđl trong sơ đồ làm việc 1 bậc)

KHỬ MẶN VÀ KHỬ MUỐI

KHỬ MẶN VÀ KHỬ MUỐI

- Khử mặn là giảm hàm lượng muối trong nước đến trị số thoả mãn yêu cầu đối với nước dùng cho ăn uống.
- Khử muối là giảm triệt để lượng muối hoà tan trong nước dến trị số thoả mãn yêu cầu công nghệ sản xuất quy định.
- Các phương pháp khử mặn:
  - Nước có hàm lượng muối dưới 2 - 3 g/l dùng theo phương pháp trao đổi ion
  - Nước có hàm lượng muối từ 2,5 - 15 g/l dùng theo phương pháp điện phân hay lọc qua màng lọc bán thấm.
  - Nước có hàm lượng ,muối lớn hơn 10 g/l, dùng phương pháp chưng cất, đông lạnh, hay lọc qua màng bán thấm.

Khử mặn bằng trao đổi ion

Áp dụng đối với nguồn nước:

- Hàm lượng muối nhỏ hơn 3000 mg/l
- Hàm lượng cặn không lớn hơn 8 mg/l
- Độ màu của nước không lớn hơn 30^o
- Độ ôxi hoá lớn hơn 7 mg/i O2 (tính theo KMnO4).Khi độ oxi hoá lớn hơn, phải lọc nước qua bể lọc than hoạt tính.

Khử mặn bằng trao đổi ion

Sơ đồ 1:Lọc nối tiếp của bể lọc H- cationít có dung tích chứa ion cao và bể lọc anionít yếu.

- Hàm lượng muối còn lại trong nước sau lọc cần lấy như sau:

- Không lớn hơn 150 mg/l khi hàm lượng muối trong nước nguồn đến 3000 mg/l
- Không lớn hơn 25 mg/l khi hàm lượng muối trong nước nguồn đến 2000 mg/l.
- Không lớn hơn 15 mg/l khi hàm lượng muối trong nước nguồn đến 1500 mg/l

- Cần phải khử khí CO_2 ra khỏi nước đã lọc qua bể cationít.

Khử mặn bằng trao đổi ion

- Diện tích lọc của bể lọc anionít xác định theo công thức:

$$F = \frac{Q}{n.T.v_t}(m^2)$$

- Trong đó:

Q : Công suất của bể lọc anionít (m^3/ ngày đêm)

n : Số lần hoàn nguyên bể lọc anionít trong ngày, lấy 2-3 lần

vt : Tốc độ lọc tính toán (m/h) $4 \leq v_t \leq 30$ (m/h)

T : Thời gian làm việc của mỗi bể lọc, giữa 2 lần hoàn nguyên

$$T = 24/n - t_1 - t_2 - t_3 \text{ (giờ)}$$

t_1:Thời gian xối anionít, $t_1 = 0,25$h

t_2 :Thời gian bơm qua anionít dung dịch kiềm để hoàn nguyên, t2 = 1,5h

t_3:Thời gian rửa anionít sau khi hoàn nguyên, $t_3 = 3$h

Khử mặn bằng trao đổi ion

Sơ đồ 2:(Khử muối 2 bậc) gồm bể lọc H - cationít bậc I, bể lọc có than hoạt tính để khử chất hữu cơ, dàn khử khí để khử CO2, bể lọc H - cationít bậc 2,bể lọc H - Na - cationít.

- Trong bể: bể lọc H - cationít bậc 2 có vật liệu lọc bằng anionít kiềm mạnh để khử axit silíc.
- Dùng để khử muối trong nước đồng thời khử cả axit silíc. Nước sau xử lí theo sơ đồ 2 có hàm lượng muối ≤1 mg/l, hàm lượng axit silíc ≤ 0,2 mg/l

Khử mặn bằng trao đổi ion

- Sơ đồ 3: (khử muối 3 bậc): thay bể lọc H - Na - cationít trong sơ đồ 2 bằng bể lọc có vật liệu lọc hỗn hợp cationít và anionít. Sau đó là bể lọc anionít bậc 3 có chất anionít kiềm mạnh.

- Áp dụng khi có tổng hàm lượng muối trong nước sau khi xử lí đạt được ≤ 0,1 mg/l và hàm lượng axit silíc ≤ 0,05 mg/l

KHỬ MẶN BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN PHÂN

- Áp dụng để khử mặn nước ngầm và nước mặt có hàm lượng muối từ 2500-15.000 mg/L.
- Nước đưa vào thiết bị điện phân phải có: Hàm lượng cặn ≤ 2 mg/l, độ màu ≤ 20^o, độ ôxi hoá ≤ 5 mg/l O_2, hàm lượng sắt ≤ 0,05 mg/l, mangan ≤ 0,05mg/l
- Nước sau khi qua điện phân, hàm lượng muối sẽ giảm xuống đến 500 mg/L.

KHỬ MẶN BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN PHÂN

- Do dòng điện 1 chiều đi qia lớp nước cần điện phân: cation => cực âm, anion=> cực dương
- Ưu điểm:quản lý đơn giản và có thể tự động hoá hoàn toàn.
- Nhược điểm: tốn điện

CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ĐẶC BIỆT KHÁC

- Flo hóa nước:

- Khi nước cấp cho ăn uống sinh hoạt có hàm lượng Flo < 0,5 mg/l thì cần phải pha thêm Flo vào nước
- Hóa chất: silíc florua natri, florua natri; silíc florua amôni.
- Lượng hóa chất đưa vào xác định theo công thức:

$$D_{flo} = (ma - F^{\theta}).\frac{100}{K}.\frac{100}{C_{flo}}(g/m^3)$$

CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ĐẶC BIỆT KHÁC

- Trong đó:

m: hệ số phụ thuộc vào vị trí đưa Flo vào nước xử lý.

+ Khi đưa Flo vào sau công trình làm sạch (m=1).

+ Khi đưa Flo vào trước bể lọc hay bể lọc tiếp xúc(m = 1,1)

a: hàm lượng Flo cần thiết trong nước xử lý(a = 0,7-1,2 g/m^3)

K: hàm lượng Flo trong hóa chất tinh khiết (silíc florua natri: K = 60; florua natri:K = 45;Silíc florua amôni:K = 64)

F^{θ}: hàm lượng Flo có trong nước nguồn (g/m^3).

C_{flo}: hàm lượng hóa chất tinh khiết trong sản phẩm kĩ thuật (%).

CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ĐẶC BIỆT KHÁC

- Khử Flo trong nước:

- Trong nước ăn uống sinh hoạt, nếu hàm lượng Flo lớn hơn giới hạn cho phép, sẽ sinh ra bệnh hỏng men răng

- Cách xử lý: pháp lọc nước qua ôxít nhôm hoạt tính

- Phạm vi áp dụng: nước có hàm lượng cặn trước khi đi vào bể lọc ≤ 8 mg/l, tổng hàm lượng muối ≤ 1000 mg/l

- Hạt vật liệu hấp thụ có d = 2-3mm

+ Bể lọc áp lực lấy như sau: H_{vl} = 2m khi hàm lượng Flo trong nước đến 5 mg/i; Hvi = 3m khi hàm lượng Flo từ 8 - 10 mg/l.

+ Bể lọc hở: khi hàm lượng Flo đến 5 mg/i thì H_{vl} = 2,0m, khi hàm lượng Flo từ 8 -10 mg/l thì H_{vl} = 2,5m.

CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ĐẶC BIỆT KHÁC

- Khử axít silic hòa tan trong nước
- Để giảm hàm lượng SiO_3^{2-} đến 3-5mg/l: dùng phèn nhôm hoặc phèn sắt
- Để hàm lượng SiO_3^{2-} đến 1-1,5 mg/l khi độ kiềm của nước ≤ 2 mgđl/l: xử lý bằng MgO va đun nóng nước đến 35°C
- Để giảm hàm lượng SiO_3^{2-} xuống 0,1 – 0,3 mg/l thì lọc qua lớp MgO theo sơ đồ 2 bậc