

## Subiectul 1:

La analiza unei probe de apă prelevată dintr-un sistem industrial de răcire s-au obținut următoarele rezultate:

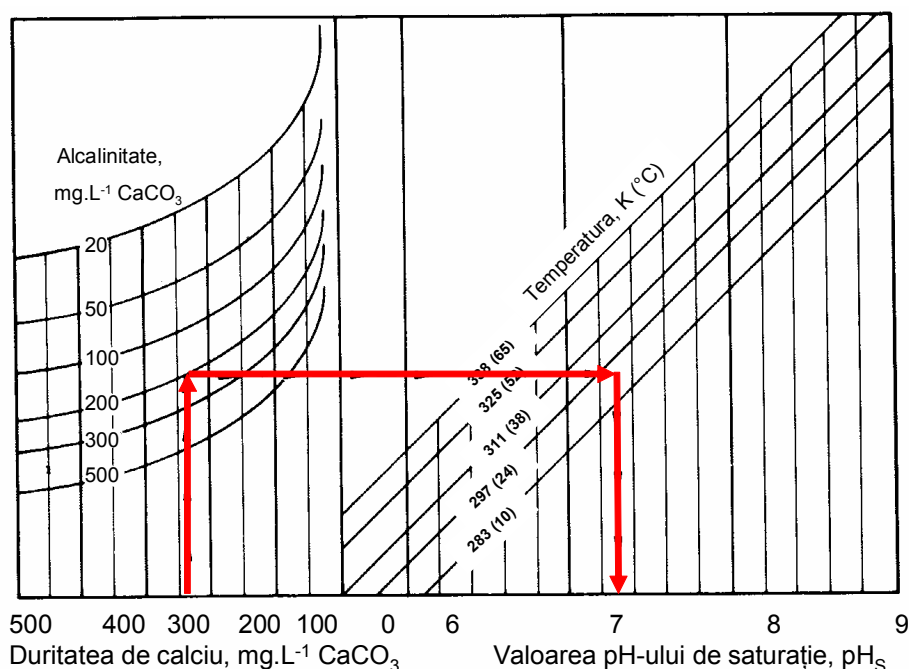
Duritate totală: 20°D (grade germane)  
Duritate de calciu: 80% din duritatea totală  
Alcalinitate „m”: 80 mg/L CaCO<sub>3</sub>  
Conductivitate: 1,35 mS/cm  
pH: 8,5

Folosind metoda grafică sau analitică (în ecuația de calcul T se va lua în K), să se calculeze valoarea pH-ului de saturație și să se determine caracterul apei (coroziv sau incrustant):

- În bazinul turnului de răcire (D = 30 m; H = 2 m), unde apa are 24°C (297 K);
  - În conducta de transport către răcitoare (D<sub>int</sub> = 350 mm) unde apa are 24°C;
  - În țevile schimbătorului de căldură (d<sub>int</sub> = 50 mm) unde apa are 65°C (338 K).
- (Mase atomice: Ca = 40; O = 16; C = 12).

### 1. Calculul pH-ului de saturație (pH<sub>s</sub>):

#### 1.1. Metoda grafică:



Pentru a putea calcula pH<sub>s</sub> aveți nevoie de:  
Duritatea de Ca (exprimată în mg/L CaCO<sub>3</sub>)  
Alcalinitatea „m” (exprimată în mg/L CaCO<sub>3</sub>)  
Temperatura apei (exprimată în °C sau K)

$$D_{Ca} = \frac{80}{100} D_T ;$$

$$D_T = 20^\circ D = 20 \times 10 \text{ mg/L CaO} = 200 \text{ mg/L CaO} =$$

$$= 200 \times \frac{M_{CaCO_3}}{M_{CaO}} \text{ mg/L CaCO}_3 = 200 \times \frac{100}{56} \text{ mg/L CaCO}_3 = 357,14 \text{ mg/L CaCO}_3$$

$$D_{Ca} = 0,8 \times 357,14 = 285,71 \text{ mg/L CaCO}_3$$

$$m = 80 \text{ mg/L CaCO}_3$$

Din grafic:

$$\text{pH}_s \text{ (la } T = 297 \text{ K)} = 7,2$$

$$\text{pH}_s \text{ (la } T = 338 \text{ K)} = 6,4$$

Rezultatele sunt mai puțin precise decât cele obținute prin metoda analitică.

## 1.2. Metoda analitică:

$$pH_s = 12,053 - 0,018921 \cdot T + 0,1 \cdot \log \gamma + \log m - \log D_{Ca}$$

în care:

Duritatea de Ca (exprimată în mg/L CaCO<sub>3</sub>) = 285,71

Alcalinitatea „m” (exprimată în mg/L CaCO<sub>3</sub>) = 80

Temperatura apei (exprimată în K) = 297 K, respectiv 338 K

Conductivitatea  $\gamma$  (exprimată în  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) = 1350

pH<sub>s</sub> (la T = 297 K) = 6,19

pH<sub>s</sub> (la T = 338 K) = 5,42

## 2. Caracterul apei:

### 2.1. În bazinul turnului de răcire (volum mare de apă; D = 30 m; H = 2 m)

Se folosește LSI:

$$LSI = \text{pH} - \text{pH}_s = 8,5 - 6,19 = 2,31 > 0 \rightarrow \text{apă incrustantă}$$

### 2.2. În conducta de transport (spațiu îngust, viteză mare de circulație a apei)

Se folosește RSI:

$$RSI = 2\text{pH}_s - \text{pH} = 2 \times 6,19 - 8,5 = 3,88 < 4 \rightarrow \text{apă foarte puternic incrustantă}$$

### 2.3. În țevile schimbătorului de căldură (spațiu îngust, viteză mare de circulație a apei)

Se folosește RSI:

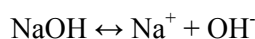
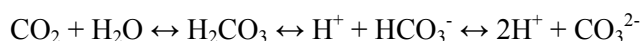
$$RSI = 2\text{pH}_s - \text{pH} = 2 \times 5,42 - 8,5 = 2,34 < 4 \rightarrow \text{apă foarte puternic incrustantă}$$

## Subiectul 2:

Pentru eliminarea CO<sub>2</sub> și H<sub>2</sub>S din gazele reziduale provenite de la o rafinărie se folosește o soluție diluată (10% masice) NaOH. Inițial, soluția are pH = 14. Pe măsură ce soluția absoarbe CO<sub>2</sub> și H<sub>2</sub>S din gazele reziduale, pH-ul acesteia scade. Precizați care sunt anionii proveniți de la aceste gaze dizolvate care se regăsesc în faza lichidă la următoarele valori de pH:

- pH = 13;
- pH = 10;
- pH = 7;
- pH = 3.

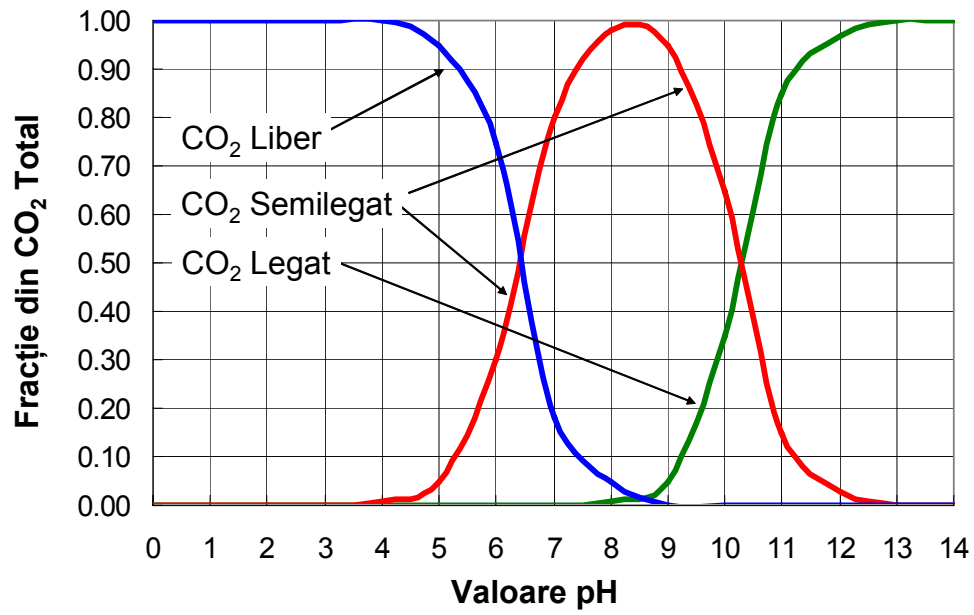
La dizolvarea CO<sub>2</sub> și H<sub>2</sub>S în soluția de NaOH se stabilesc următoarele echilibre:



În funcție de pH, hidrogenul sulfurat poate exista în apă sub forma următoarelor specii moleculare sau ionice:

- gaz dizolvat fizic, la pH < 5;
- gaz dizolvat fizic și anioni HS<sup>-</sup>, la 5 < pH < 9;
- anioni HS<sup>-</sup> și anioni S<sup>2-</sup>, la pH > 9.

Pentru CO<sub>2</sub> se folosește graficul:



Astfel:

La pH = 13 există:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$  ;

La pH = 10 există:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$  ;

La pH = 07 există:  $\text{CO}_2$  dizolvat fizic,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dizolvat fizic,  $\text{HS}^-$  ;

La pH = 03 există:  $\text{CO}_2$  dizolvat fizic,  $\text{H}_2\text{S}$  dizolvat fizic .