

## Örnek Tasarım :

1.5 in'lik seramik Intalox eğerleri ile doldurulmuş bir absorpsiyon kolonunda hava içindeki  $\text{SO}_2$ , su ile absorplanacaktır. Daha sonra saf  $\text{SO}_2$  bir sıyırıcıda çözücüden uzaklaştırılacaktır. Öncelikle absorpsiyon kolon tasarımı yapılacaktır. Kolona beslenen gaz karışımı 5000 kg/h akış hızında olup hacimce %8  $\text{SO}_2$  içermektedir. Gaz daha sonra 20 °C'ye soğutulacaktır. Giren gaz akımı içerisindeki  $\text{SO}_2$ 'nin %95'nin geri kazanılması istenilmektedir. Buna göre,

- Transfer birimleri sayısı,  $N_{OY}$
- Kolon Çapı,  $D_p$
- Aktarım birimleri yüksekliği,  $H_{OG}$
- Kolon yüksekliği  $Z$ 'yi bulunuz.

Kaynak 1'den alınmıştır

## Çözüm:

SO<sub>2</sub>'nin sudaki çözünürlüğü yüksek olduğundan, atmosferik basınçtaki işletim yeterli olacaktır. Çözücü giriş sıcaklığı 20°C alınabilir. Çözünürlük verileri;

% w/ w çözünen	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5
SO <sub>2</sub> kısmi basıncı gaz mm Hg	1,2	3,2	5,8	8,5	14,1	26	39	59	92

$$\text{Beslemedeki SO}_2\text{'nin kısmi basıncı : } \frac{8}{100} \times 760 = 60.8 \text{ mmHg}$$

a) Transfer birimleri sayısının ( $N_{OG}$ ) bulunması

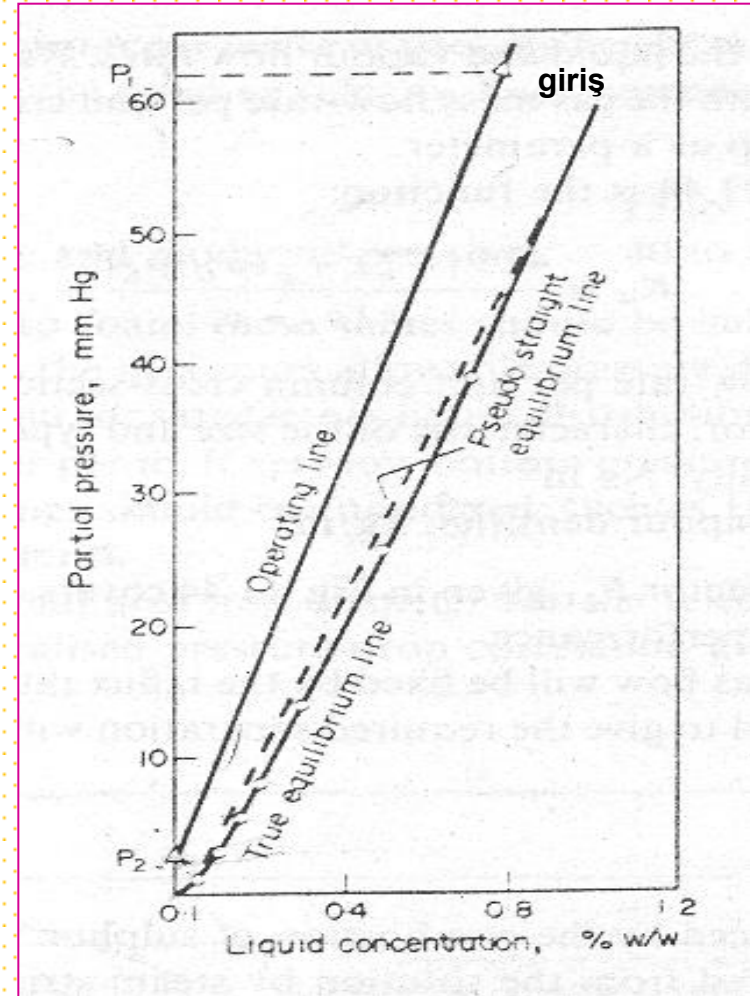
%95 lik geri kazanım için  
çıkış gazındaki kısmi basınç =

$$60.8 \times 0.05 = 3.06 \text{ mm Hg}$$

Moleküler Ağırlık:  $\text{SO}_2$ : 64

$\text{H}_2\text{O}$ : 18, hava: 29

$$N_{OG} = \int_{p_2}^{p_1} \frac{dp}{p - p_e}$$



Kaynak 1 de, Şekil 11.40'ı kullanarak ( $y_1/y_2$  ;  $N_{OG}$  grafiği)

Farklı su akış hızlarında gerekli kademe sayısı belirlenebilir ve 'optimum' hız seçilir.

$$y_1/y_2 = p_1/p_2 = \frac{60.8}{3.04} = 20$$

---

$m \frac{G_m}{L_m}$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

---

$N_{OG}$	3,7	4,1	6,3	8	10,8	19
----------	-----	-----	-----	---	------	----

---

Optimum  $m \frac{G_m}{L_m}$  0.6 -0.8 arasında gözükmektedir.

0.6'nın altında  $N_{OG}$  değerleri ufak azalma vardır;  
 0.8'in üzerinde ise azalan sıvı akış hızında çok hızlı bir  $N_{OG}$  artışı olmaktadır.

0.6 ve 0.8 de sıvı çıkış bileşimini kontrol edersek:

Madde denkliği  $L_m x_1 = G_m (y_1 - y_2)$

$$x_1 = \frac{G_m}{L_m} (0.08 \times 0.95) = \frac{m}{27.4} \frac{G_m}{L_m} (0.076)$$

Denge doğrusunun eğimi

$mG_m/L_m = 0.6$  'de  $x_1 = 1.57 \times 10^{-3}$  mol kesri,

$mG_m/L_m = 0.8$  'de  $x_1 = 2.17 \times 10^{-3}$  mol kesri,

0.8 kullanılarak, absorpsiyonda önemli bir kademe sayısını artırmaksızın, daha yüksek derişim elde edilir. Dolayısıyla;

$N_{OG} = 8$

b) Kolon çapının bulunması,  $D_p$

$$\text{Gaz akış hızı} = \frac{5000}{3600} = 1.39 \text{ kg/s} = \frac{1.39}{29} = 0.048 \text{ kmol/s}$$

$$\text{Sıvı akış hızı} = \frac{29.0}{0.8} \times 0.048 = 1.74 \text{ kmol.s} = 31.3 \text{ kg/s}$$

Dolgu maddesi olarak 38 mm seramik Intalox eđeri seçilirse;

Tablo 11.2'den  $F_p = 52$  (dolgu faktörü)

$$20 \text{ }^\circ\text{C deki gaz yoğunluğu} = \frac{29}{22.4} \times \frac{273}{293} = 1.21 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Sıvı Yoğunluğu  $\sim 1000 \text{ kg m}^3$

Sıvı Viskozitesi  $\sim 10^{-3} \text{ N.s m}^2$

$$\frac{L_w^*}{G_w^*} \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_L}} = \frac{31.3}{1.39} \sqrt{\frac{1.21}{10^3}} = 0.78$$

Şekil 11.44'ün absisi

Kaynak 1 de Şekil 11.44' ten;

20 mmH<sub>2</sub>O/ mdolgu basınç düşmesi tasarımı için

$$K_4 = 0.35$$

Taşmada;

$$K_4 = 0.8$$

Yüzde taşma = (Tasarlanan basınç düşmesindeki  $K_4$ /Taşmadaki  $K_4$ )<sup>0.5</sup>

$$\text{Taşma yüzdesi} = \sqrt{\frac{0.35}{0.8}} \times 100 = 66$$

Kaynak 1 de Eşitlik 11.118 den;

$$V_w^* = \left[ \frac{K_4 \rho_v (\rho_L - \rho_v)}{42.9 F_p (\mu_L \rho_L)^{0.1}} \right]^{1.2} = \left[ \frac{0.35 \times 1.21 (1000 - 1.21)}{42.9 \times 52 (10^{-3} \cdot 10^3)^{0.1}} \right]^{1.2} = 0.87 \text{ kg / m}^2 \cdot \text{s}$$

$$\text{Gerekli kolon alanı} = \frac{1.39}{0.87} = 1.6 \text{ m}^2$$

$$\text{Çap} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times 1.6} = 1.43 \text{ m} \quad \text{yaklaşık } 1.50 \text{ m alınabilir.}$$

$$\text{Kolon alanı} = \frac{\pi}{4} \times 1.5^2 = 1.77 \text{ m}^2$$

Kolon çapına karşı dolgu boyutu oranı =  $1.5 / 38 \times 10^{-3} = 39$

Seçilen çapta % taşma =  $66 (1.43 / 1.77) = 53$

Daha geniş dolgu boyutu göz önünde bulundurulmalıdır  
veya kolon çapı küçültülmelidir.



### c) Cornell's metodu (Tranfer birimleri yüksekliği, $H_{OG}$ )

$$D_L = 1.7 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \cdot \text{s}$$

$$D_V = 1.45 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\mu_r = 0.018 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$$

$$(\text{Sc})_V = \frac{0.018 \times 10^{-3}}{1.21 \times 1.45 \times 10^{-5}} = 1.04$$

$$(\text{Sc})_L = \frac{10^{-3}}{1000 \times 1.7 \times 10^{-9}} = 588$$

$$L_w^* = \frac{31.3}{1.77} = 17.6 \text{ Kg/s m}^2$$

Kaynak 1 de,

Şekil 11.41 den %53 taşmada,  $K_3 = 0.95$

Şekil 11.42 den %53 taşmada,  $\phi_h = 80$

Şekil 11.43 den  $L_w^* = 17.6$  da  $\theta_h = 0.1$

$H_{OG}$  değeri yaklaşık 1m olacağı beklenildiğinden Z'nin ilk tahmini 8m alınabilir.

Kolon çapı 0.6 m'den büyük olduğundan çap düzeltme terimi 2.3 alınabilir.

$$H_L = 0.305 \times 0.1 (588)^{0.5} \times 0.95 \left( \frac{8}{3.05} \right)^{0.15} = 0.8 \text{ m}$$

Su sıcaklığı 20 °C alınmıştır ve çözücü sıvı sudur.

$$f_1 = f_2 = f_3 = 1$$

$$H_G = 0.011 \times 80 (1.04)^{0.5} (2.3) \left( \frac{8}{3.05} \right)^{0.33} \bigg/ (17.6)^{0.5} = 0.7m$$

$$H_{OG} = H_G + \frac{mV}{L} H_L$$

$$H_{OL} = H_L + \frac{L}{mV} H_G$$

$$H_{OG} = 0.7 + 0.8 \times 0.8 = 1.3 \text{ m}$$

d) Kolon yüksekliği Z'nin bulunması

$$Z = H_{OG} N_{OG}$$

$$Z = 8 \times 1.3$$

$$Z = \mathbf{10.4 \text{ m}}$$

**Not:** *Bu ders notlarının hazırlanmasında aşağıdaki kaynaklardan yararlanılmış olup ticari bir amaç gütmemektedir. Ticari olarak kullanılamaz.*

1. J.M. Coulson, J.F. Richardson ve R.K. Sinnott, 1983. **Chemical Engineering V: 6, Design**, 1st Ed., Pergamon, Oxford.
2. M.S. Peters ve K.D. Timmerhaus, 1985. **Plant Design and Economics for Chemical Engineers**, 3rd Ed., McGraw-Hill, New York.
3. R.H. Perry, D. Green, 1984. **Perry's Chemical Engineers' Handbook**, 6rd Ed., McGraw-Hill, New York.
4. R. Turton, R.C.Bailie, W.B.Whiting, J.A. Shaeiwitz, 1998. **Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes**, 1st Ed., Prentice Hall, New Jersey.
5. Moulijn, J.A., Makkee, M., Van Diepen, A., **Chemical Process Technology**, John Wiley & Sons, 2005.