

Cornell ve Onda Yöntemleri (HTU Tahmini için)

Gelişigüzel dolgular için tipik HTU değerleri:

<u>Dp, mm (in)</u>	<u>HTU, m (ft)</u>
25 (1)	0.3-0.6 (1-2)
38 (1½)	0.5-0.75 (1½ - 2½)
50 (2)	0.6-1.0 (2-3)

Cornell'in transfer birimleri yüksekliği için korelasyonları vardır :

$$H_G = 0.011 \psi (Sc)_V^{0.5} \left(\frac{Dc}{0.305} \right)^{1.11} \left(\frac{Z}{3.05} \right)^{0.33} / (L_W^* f_1 f_2 f_3)^{0.5}$$
$$H_L = 0.305 \varphi_h (Sc)_L^{0.5} K_3 \left(\frac{Z}{3.05} \right)^{0.15}$$

Burada;

H_G : Gaz faz transfer biriminin yüksekliği, m

H_L : Sıvı faz transfer biriminin yüksekliği, m

$(Sc)_L$: Sıvı Schmidt sayısı = $\mu_L / \rho_L D_L$

$(Sc)_v$: Gaz Schmidt sayısı = $\mu_v / \rho_v D_v$

D_c : kolon çapı, m.

Z : kolon yüksekliği, m.

K_3 : yüzde taşma düzeltme faktörü, şekil 11.41

ϕ_h : Şekil 11.42'den H_G faktörü

ψ_h : Şekil 11.43'den H_L faktörü

L^*w : Birim alan başına kütleli sıvı akış hızı, kg. m².s

f_1 : Sıvı vizkosite düzeltme faktörü = $(\mu_L \mu_V)^{0.16}$

f_2 : Sıvı yoğunluk düzeltme faktörü = $(\rho_w \rho_V)^{1.25}$

f_3 : Yüzey gerilimi düzeltme faktörü = $(\sigma_w \sigma_L)^{0.8}$

Burada alt indis **w** 20°C'deki suyun özelliklerine gösterir. Diğer tüm fiziksel özellikler Kolon koşullarında bulunur.

$D_C / 0.305$ ve $Z / 3.05$ terimleri kolon çapının ve yüksekliğinin etkilerini gösterir. Standart değerler olan $1 \text{ ft} (0.305 \text{ m})$ çap için ve $10 \text{ ft} (3.05 \text{ m})$ yükseklik için kullanılır.

Tasarımda; $D_p > 0.6 \text{ m} (2 \text{ ft})$ için çap düzeltme terimi = 2.3

Yükseklik düzeltme terimi , sıvı dağıtıcıları arasındaki uzaklık $> 3 \text{ m}$ olduğunda kullanılmalıdır .

Şekil 11.41 ve 11.42 , kolondaki %'de taşmayı tahmin etmek için kullanılır.

$$\text{Yüzde taşma} = (\text{Tasarlanan basınç düşmesindeki } K_4 / \text{Taşmadaki } K_4)^{0.5}$$

K_4 değerleri Şekil 11.44'den bulunabilir

Onda'nın Metodu

Onda et. al. film kütle transfer katsayıları k ve k_L ile etkin ıslak bölge alanı a_w için kullanışlı korelasyonlar yayımlamıştır. Burada a_w , H_G ve H_L yi hesaplamak için kullanılır.

Onda'nın korelasyonları çok fazla miktarda gaz absorpsiyonu ve destilasyon verilerine bağlanmıştır.

Etkin bölge için eşitlik;

$$\frac{a_w}{a} = 1 - \exp \left[-1.45 \left(\frac{\sigma_c}{\sigma_L} \right)^{0.75} \left(\frac{L_w^*}{a \mu_L} \right)^{0.1} \left(\frac{L_w^{*2} a}{\rho_L^2 g} \right)^{-0.05} \left(\frac{L_w^{*2}}{\rho_L \sigma_L a} \right)^{0.2} \right]$$

ve kütle aktarım katsayısı için:

$$k_L \left(\frac{\rho_L}{\mu_L g} \right)^{1.3} = 0.0051 \left(\frac{L_w^*}{a_w \mu_L} \right)^{2.3} \left(\frac{\mu_L}{\rho_L D_L} \right)^{-1.2} (ad_p^{0.4})$$

$$\frac{k_G RT}{a D_v} = K_5 \left(\frac{V_w^*}{a \mu_c} \right)^{0.7} \left(\frac{\mu_v}{\rho_v D_v} \right)^{1.3} (ad_p)^{-2.0}$$

- K_5 : 15 mm üzerindeki dolgu boyutları için 5.23 ve 15 altındaki için ise 2.0
 Lw^* : birim kesit alanı başına kütleli akış hızı, kg/ m²s
 V_w^* : birim kesit alanı başına kütleli gaz akış hızı, kg /m²s
 a_w : birim hacim başına dolgunun etkin arayüzey alanı, m²/ m³
 a : birim hacim başına dolgunun gerçek alanı, m²/ m³
 d_p : dolgu boyutu, m
 σ_c : aşağıda verilen özel dolgu maddeleri için kritik yüzey gerilimi

Madde σ_c mN/m

Seramik

61

Metal

75

Plastik

33

Karbon

56

σ_L : sıvı yüzey gerilimi, mN/m

k_G : gaz film kütle transfer katsayısı, kmol/m² s atm ya da kmol/m² s

k_L : sıvı film kütle transfer katsayısı, kmol/m² s (kmol/m³ s) = m/s

k_G' nin birimi gaz sabitine bağlıdır;

$R = 0.08206 \text{ atm m}^3 \text{ kmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ya da $0.08314 \text{ bar m}^3 \text{ kmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Film transfer birimleri yüksekliği aşağıdaki gibidir;

$$H_G = \frac{G_m}{k_G a_w P}$$
$$H_L = \frac{L_m}{k_L a_w C_t}$$

Burada;

- P : Kolon işletme basıncı, atm ya da bar
- C_t : Toplam derişim, kmol/m³ = $\frac{\rho_L}{M}$ /çözücü molekül ağırlığı
- G_m : birim alan başına molar gaz akış hızı, kmol/m²s
- L_m : birim alan başına molar sıvı akış hızı, kmol/m²s

Kolon Çapı (Kapasite)

Bir dolgulu kolonun kapasitesi kesit alanından belirlenebilir.
Gaz hızı taşma hızının yaklaşık %80'i kadardır.

Tavsiye edilen basınç düşmesinin tasarım değerleri (mm su/m dolgu);

Absorpsiyon ve desorpsiyon : 15-50

Destilasyon : 40-80

Seçilen basınç düşmesinde kolon kesit alanı ve çapı, Şekil 11.44'de verilen Basınç düşmesi korelasyonundan belirlenebilir . K_4 terimi şekil 11.44'e göre şu şekilde de hesaplanabilir

$$K_4 = \frac{42.9(V_w^*)^2 F_p (\mu_L \rho_L)^{0.1}}{\rho_v (\rho_L - \rho_v)}$$

Burada;

V_w^* : gaz kütle akış hızı, kg/m²s

F_p : dolgu faktörü, dolgu tipi ve boyutunun karakteristiği (Tablo 11.2)

μ_L : sıvı viskozitesi, Ns/m²

$\rho_L \cdot \rho_v$: sıvı ve buhar yoğunlukları, kg /m³

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

- 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.
- Moulijn, J.A., Makkee, M., Van Diepen, A., **Chemical Process Technology**, John Wiley & Sons, 2005.