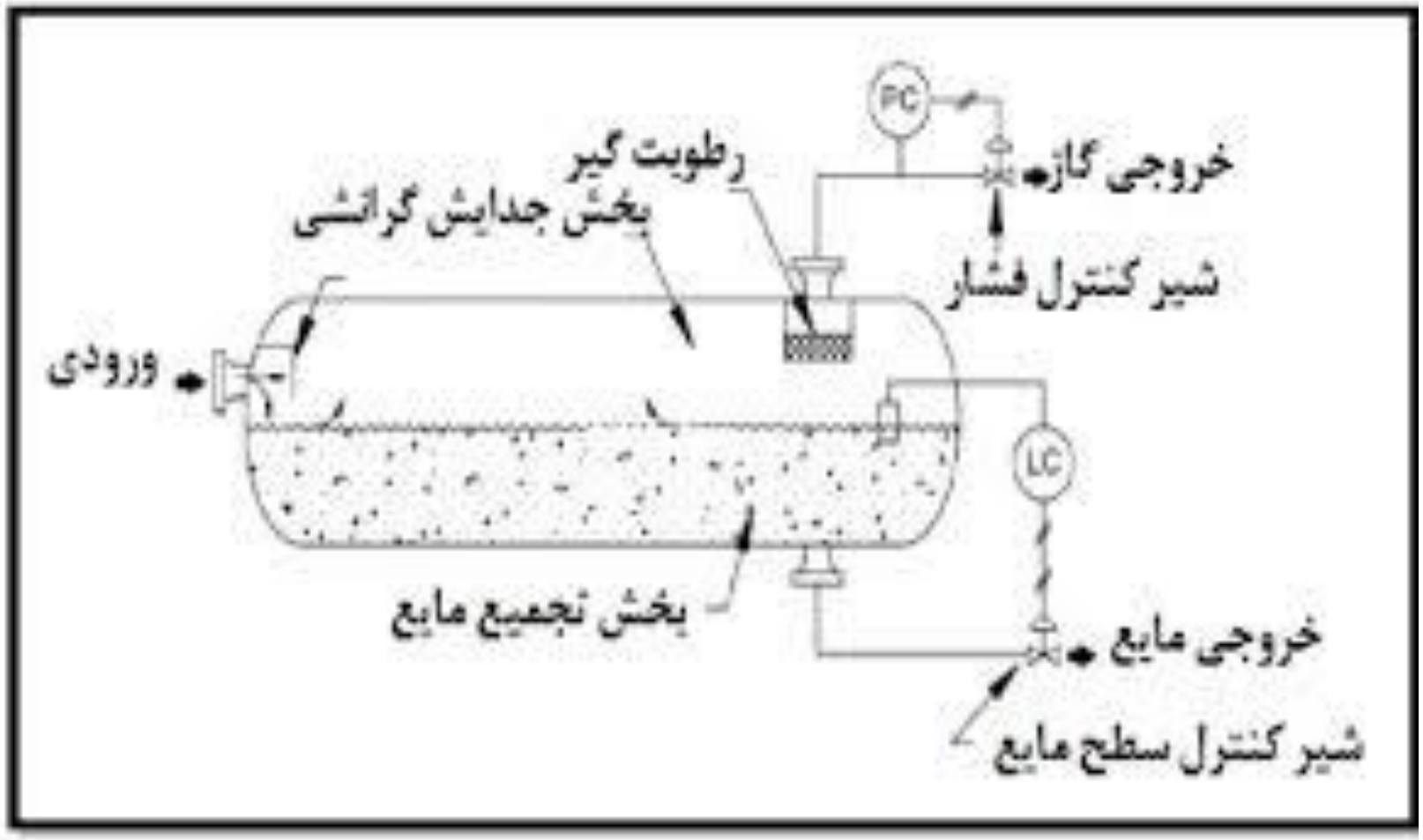
مجتمع آموزش عالی گناباد

فصل سوم

جداکنند های دوفازی

مدرس:
نفیسه بینش

طراحی جداکننده های دوفازی افقی



مراحل طراحی

گام اول: محاسبه ماکزیمم سرعت بخار

- **بدون demister pad و با demister pad با طول کمتر از ۳ متر**

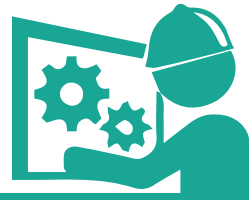
$$V_V = K \sqrt{\frac{\rho_l - \rho_v}{\rho_v}}$$

- **با demister pad با طول بیشتر از ۳ متر**

$$V_V = K \sqrt{\frac{\rho_l - \rho_v}{\rho_v}} \left(\frac{L}{3.05}\right)^{0.56}$$

توجه: از آنجا که مقدار L معلوم نیست، در ابتدا از حالت اول محاسبات را انجام می دهیم که در انتها چک خواهد شد.

توجه: مقدار K را می توان از جداول موجود نیز تعیین کرد.



Typical K & C Factors for Sizing Woven Wire Demisters

Separator Type	K Factor (m/s)	C Factor (m/h)
Horizontal	0.12 to 0.15	430 to 540
Vertical	0.05 to 0.11	200 to 400
Spherical	0.05 to 0.11	220 to 400
Wet Steam	0.076	270
Most vapors under vacuum	0.061	220
Salt & Caustic Evaporators	0.046	160
Adjustment of K & C Factor for Pressure - % of design value[15]		
Atmospheric	100	
1000 kPa	90	
2000 kPa	85	
4000 kPa	80	
8000 kPa	75	

- For glycol and amine solutions, multiply K by 0.6 - 0.8.
- Typically use one-half of the above K or C values for approximate sizing of vertical separators without wire demisters.
- For compressor suction scrubbers and expander inlet separators multiply K by 0.7 - 0.8.

مراحل طراحی

گام دوم: محاسبه سطح مقطع مینیمم جریان بخار

$$Q_v = V_v \times A_{min}$$

Q_v	V_v	A_{min}
دبی حجمی بخار	*Max* سرعت بخار	*Min* سطح مقطع جریان

گام سوم: محاسبه سطح مقطع مینیمم جداکننده

با فرض اینکه مساحت کل سطح مقطع درام ، ۵ برابر سطح مقطع اشغال شده توسط بخار است ، سطح مقطع کل محاسبه میشود.

$$(A_{total})_{min} = 5 \times (A_{vapor})_{min}$$

مراحل طراحی

گام چهارم: محاسبه قطر مینیمم جداکننده

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \times (A_{total})_{\min}}{\pi}}$$

همواره به خاطر داشته باشید که قطر محاسبه شده را به صورت مضربی از عدد ۶ در واحد **inch** گرد کنید.

مراحل طراحی

گام پنجم: محاسبه قطر طراحی جداکننده

برای این منظور گام اول تا چهارم را با V (سرعت فاز بخار) تکرار می کنیم (به جای V_v) :

$$V = 0.75\ V_v$$

$$A_v = Q_V / V$$

$$A_t = 5\ A_v$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2}$$

همواره به خاطر داشته باشید که قطر محاسبه شده را به صورت مضربی از عدد ۶ در واحد **inch** گرد کنید.

مراحل طراحی

گام ششم: محاسبه طول جداکننده

از آنجائیکه سطح مقطع درام ۵ برابر سطح مقطع جریان بخار در نظر گرفته می شود، می توان نتیجه گرفت که سطح مقطع جریان مایع ۴ برابر سطح مقطع جریان بخار است :

$$A_{total} = 5 \times A_v \quad \text{و} \quad A_{total} = A_v + A_l \Longrightarrow A_l = 4 \times A_v$$

$$A_l \,.\, L = Q_l \,.\, t_s$$

از طرفی زمان ماند در کتاب **Chemical process engineering (Harry silla)** در جداکننده افقی مایع – گاز بین ۷/۵ تا ۱۰ دقیقه پیشنهاد می شود .

طول بدست آمده را به صورت مضرب صحیحی از ۳۰ در واحد **inch** گرد می کنیم.

مراحل طراحی

گام ششم: محاسبه طول جداکننده

اگر در ساختمان جداکننده از **Demister pad** استفاده شود و طول بدست آمده از مرحله قبل را بزرگتر از ۳ متر بدست آوریم . می بایست مطابق بر استاندارد **IPS-E-PR-880** مراحل محاسبات **sizing** را تکرار کنیم با این تفاوت که با درنظرگیری طول بدست آمده ، **max** سرعت بخار را با استفاده از رابطه زیر بدست می آوریم.

$$V_V = K.\sqrt{\frac{\rho_l - \rho_v}{\rho_v}}.\left(\frac{L}{3.05}\right)^{0.56}$$

نکته: بر طبق استانداردهای موجود نسبت طول به قطر در جداکننده های دوفازی افقی باید در محدوده ۲ تا ۵ باشد.

مثال

به منظور جداسازی جریان دوفازی زیر از یک جداکننده افقی استفاده می کنیم. مطلوبست طراحی جداکننده مناسب با در نظر گرفتن نم زدا در ساختمان جداکننده.

Operating Pressure (KPa)	6105
Liquid Density(kg/m3)	403.5
Liquid Volume Flow (m^3/h)	10.74
Vapor Density (kg/m3)	87.21
Vapor Volume Flow (m^3/h)	75.83

حل

گام اول: محاسبه ماکزیمم سرعت بخار

از آنجا که مقدار L معلوم نیست، در ابتدا از حالت اول محاسبات را انجام می دهیم.

$$V_V = K\sqrt{\frac{\rho_l - \rho_v}{\rho_v}}$$

مقدار K را با توجه به جدول ارائه شده 0.13 انتخاب می کنیم.

$$V_V = 0.13\sqrt{\frac{403.5 - 87.21}{87.21}} = \quad 0.248\, m/s$$

حل

گام دوم: محاسبه سطح مقطع مینیمم جریان بخار

$$Q_v = V_v \times A_{min}$$

Q_v: دبی حجمی بخار

V_v: Max سرعت بخار

A_{min}: Min سطح مقطع جریان

$$\frac{75.83}{3600} = 0.248 \times A_{min} \Longrightarrow A_{min} = 0.085\ m^2$$

گام سوم: محاسبه سطح مقطع مینیمم جداکننده

$$(A_{total})_{min} = 5 \times (A_{vapor})_{min} \Longrightarrow (A_{total})_{min} = 5 \times 0.085 = 0.425\ m^2$$

حل

گام چهارم: محاسبه قطر مینیمم جداکننده

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \times (A_{total})_{\min}}{\pi}} \quad \Longrightarrow \quad D_{min} = \sqrt{\frac{4 \times 0.425}{\pi}} = 0.74\ m = 74\ cm$$

گرد کردن بر حسب اینچ به صورت مضربی از ۶ :

$$\frac{74\ cm}{2.54} = 29.13\ \text{in} \ \rightarrow \ 30\ in = 76.2\ cm \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{D_{min} = 76.2\ cm}$$

حل

گام پنجم: محاسبه قطر طراحی جداکننده

گام اول تا چهارم را با V (سرعت فاز بخار) تکرار می کنیم:

$$V = 0.75\ V_v = 0.75 \times 0.248 = 0.186\ m/s$$

$$A_v = Q_V / V = (75.83/3600) / 0.186 = 0.113\ m^2$$

$$A_t = 5\ A_v = 5 \times 0.113 = 0.565\ m^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = 0.848\ m = 84.8\ cm$$

$$\frac{84.8\ cm}{2.54} = 33.38\ \text{in} \rightarrow 36\ in \times 2.54 = 91.44\ cm \Longrightarrow \boldsymbol{D = 91.44\ cm}$$

مراحل طراحی

گام ششم: محاسبه طول جداکننده

$A_l = 4 \times A_v \Longrightarrow A_l = 4 \times 0.113 = 0.452\ m^2$

$A_l \cdot L = Q_l \cdot t_s \Longrightarrow 0.452 \times L = (10.74/60) \times 8 \Longrightarrow L = 3.17\ m = 317\ cm$

طول بدست آمده را به صورت مضرب صحیحی از ۳۰ در واحد **inch** گرد می کنیم.

$$\frac{317\ cm}{2.54} = 124.8\ \text{in} \rightarrow 150\ in \times 2.54 = 381\ cm = 3.81\ m \Longrightarrow L = 3.81\ m$$

طول بدست آمده بیشتر از ۳ متر است، در نتیجه باید محاسبات را از مرحله اول مجدد تکرار کنیم.

حل

گام اول: محاسبه ماکزیمم سرعت بخار

$$V_V = K\sqrt{\frac{\rho_l - \rho_v}{\rho_v}}\left(\frac{L}{3.05}\right)^{0.56}$$

$$V_V = 0.13\sqrt{\frac{403.5 - 87.21}{87.21}}\left(\frac{3.81}{3.05}\right)^{0.56} = 0.281\ m/s$$

حل

گام دوم: محاسبه سطح مقطع مینیمم جریان بخار

$$Q_v = V_v \times A_{min}$$

Q_v: دبی حجمی بخار

V_v: **Max** سرعت بخار

A_{min}: **Min** سطح مقطع جریان

$$\frac{75.83}{3600} = 0.281 \times A_{min} \Longrightarrow A_{min} = 0.074\ m^2$$

گام سوم: محاسبه سطح مقطع مینیمم جداکننده

$$(A_{total})_{min} = 5 \times (A_{vapor})_{min} \Longrightarrow (A_{total})_{min} = 5 \times 0.074 = 0.374\ m^2$$

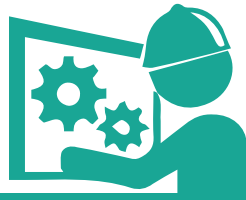
حل

گام چهارم: محاسبه قطر مینیمم جداکننده

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \times (A_{total})_{\min}}{\pi}} \Longrightarrow D_{min} = \sqrt{\frac{4 \times 0.374}{\pi}} = 0.69\ m = 69cm$$

گرد کردن بر حسب اینچ به صورت مضربی از ۶ :

$$\frac{69\ cm}{2.54} = 27.16\ \text{in} \rightarrow 30\ in = 76.2\ cm \Longrightarrow \boldsymbol{D_{min} = 76.2\ cm}$$



حل

گام پنجم: محاسبه قطر طراحی جداکننده

گام اول تا چهارم را با V (سرعت فاز بخار) تکرار می کنیم:

$$V = 0.75\ V_v = 0.75 \times 0.281 = 0.211\ m/s$$

$$A_v = Q_V / V = (75.83/3600) / 0.211 = 0.1\ m^2$$

$$A_t = 5\ A_v = 5 \times 0.1 = 0.5\ m^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = 0.798\ m = 79.8\ cm$$

$$\frac{79.8\ cm}{2.54} = 31.42\ \text{in} \rightarrow 36\ in \times 2.54 = 91.44\ cm \Longrightarrow \boldsymbol{D = 91.44\ cm}$$

حل

گام ششم: محاسبه طول جداکننده

$A_l = 4 \times A_v$ ⟹ $A_l = 4 \times 0.1 = 0.4\ m^2$

$A_l \cdot L = Q_l \cdot t_s$ ⟹ $0.4 \times L = (10.74/60) \times 8$ ⟹ $L = 3.58\ m = 358\ cm$

طول بدست آمده را به صورت مضرب صحیحی از ۳۰ در واحد **inch** گرد می کنیم.

$\frac{358\ cm}{2.54} = 140.2\ \text{in} \rightarrow 150\ in \times 2.54 = 381\ cm$ ⟹ $L = 381\ cm = 3.81m$

حل

همانطور که گفته شد بر طبق استانداردهای موجود نسبت طول به قطر در جداکننده های دوفازی افقی باید در محدوده ۲ تا ۵ باشد.

$$\frac{L}{D} = \frac{381\ cm}{91.44cm} = 4.16$$