طراحی برج جذب پرشده واحد خالص سازی

برج جذب بخش خالص سازی (purification) واحد LLDPE را توسط روابط حاکم موجود در درس عملیات واحد II ، که از دروس پایه و اساسی مهندسی شیمی می باشد را در دستور کار قرار داده ام .

اغلب برج‌های واحد LLDPE از نوع آکنده بوده و از نمونه برج‌های سینی‌دار در این واحد نداریم . لذا در این جا یک نمونه محاسبات طراحی برج آکنده را به عنوان نمونه سایر برج‌ها انجام می دهم .

مطابق اطلاعاتی که از واحد دریافت کردیم ، در این جا طراحی برج جذب COS موجود در پروپان صورت خواهد گرفت . جاذب مورد استفاده در این برج Alcoa Selexorb می باشد که اطلاعات آن را از اینترنت دریافت کردیم . لذا داریم :

براساس داده هایی که از واحد گرفتیم :

$$Q = 1500\ \frac{kg}{h} \times \frac{1\ mL}{2{,}0098\ mg} \times \frac{10^6\ mg}{1\ kg} \times \frac{1\ m^3}{10^6\ mL} \times \frac{1\ h}{3600\ s} = 0{,}207317\ \frac{m^3}{s}$$

Q: دبی جرمی ورودی پروپان خالص به برج (برگرفته از DataSheet)

$2{,}0098$: چگالی پروپان

$0{,}207317\ m^3/s$: دبی حجمی پروپان ورودی

طبق گفته DataSheet برج جذب، طوری طراحی گردیده است که غلظت COS موجود در جریان پروپان را از 10ppm به 0,02ppm می رساند . لذا :

$$C = 0{,}02\ \frac{mg}{lit} \equiv 2\times10^{-5}\ \frac{kg}{m^3}$$

$$C_0 = 10\ \frac{mg}{lit} \equiv 0{,}01\ \frac{kg}{m^3}$$

و مطابق نقل DataSheet ، این برج به صورت عملیاتی برای کارکردن به مدت 1 سال طراحی گردیده است و بعد از یک سال در واقع برج اشباع خواهد شد و نیاز به احیای جاذب‌ها داریم . لذا :

$$t = 1\ year \times \frac{365\ day}{1\ year} \times \frac{24\ h}{1\ day} \times \frac{3600\ s}{1\ h} = 31536000\ s$$

Scanned by CamScanner

بر طبق رابطه‌ای که در کتاب Treybal می‌باشد و در درس عملیات واحد II نیز موجود می‌باشد داریم:

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1+\exp\left[\frac{k_1}{Q}\left(q_0 M - C_0 V\right)\right]}$$

- k_1: ثابت سرعت جذب
- Q: دبی حجمی فید ورودی
- q_0: ظرفیت اشباع جاذب
- M: جرم جاذب
- C_0: غلظت اولیه COS ورودی
- V: حجم محلول خروجی / حجم ایزو شده

همانطور که مشاهده می‌شود تنها مجهول رابطه‌ی بالا جرم جاذب مورد نیاز می‌باشد که با بدست آوردن آن و داشتن خواص فیزیکی جاذب می‌توان حجم را محاسبه نمود. در رابطه بالا عددگذاری می‌کنیم:

فرض می‌کنیم: $k_1 = 0.05$, $q_0 = 0.4$

می‌دانیم که: $V = Q \times t$

$$\Rightarrow \frac{2\times10^{-5}}{10^{-2}} = \frac{1}{1+\exp\left[\frac{0.05}{0.207317}\left[(0.4\times M) - 2\times10^{-5}\times 0.207317\times 31536000\right]\right]}$$

با حل معادله:

$$M = 495.135\ kg$$

جرم جاذب مورد نیاز

جاذب مربوطه خواص فیزیکی Alcoa Selexorb را یافتیم و طبق آن:

$$\rho_{bulk} = 697\ kg/m^3$$

$$V_{\text{جاذب مورد نیاز}} = 495.135\ kg \times \frac{1\ m^3}{697\ kg} = 0.71038\ m^3$$

طبق قانون سرانگشتی و با فرض استوانه بودن برج داریم:

$$L = 3d \Rightarrow V = \frac{\pi d^2}{4}\cdot L = \frac{3\pi}{4} d^3$$

L: طول برج، d: قطر برج

$$\Rightarrow \quad \frac{3\pi}{4} d^3 = ۰٫۷۱۰۳۸\ m^3 \quad \Rightarrow \quad d = ۰٫۶۷۰۴۴\ m$$

قطر برج طراحی شده

$$\Rightarrow \quad L = ۳ \times d = ۳ \times ۰٫۶۷۰۴۴ = ۲٫۰۱۱۹۶۸\ m$$

طول برج مورد نیاز

برج ما طراحی شد و همانطور که مشاهده می‌شود برای جذب COS موجود در جریان ناخالص ما به برجی با طول ۲٫۰۱۲ m و قطر ۰٫۶۷ m نیاز داریم که مملو از Alcoa Selexorb باشد و در این جهت غلظت ۱۰ppm ای را به غلظت ۰٫۰۲ رسانده و به مدت ۱ سال نیز پاسخگو خواهد بود. این برج طراحی شده را با محاسبات کاربردی درس عملیات واحد II، وقتی با برجی که در واحد می‌بینیم مقایسه می‌کنیم می‌بینیم که محاسبات تقریباً درست بوده و طول برج در همان رنج ۲m می‌باشد و این محاسبات قابل اتکا می‌باشد. این نکته مورد توجه باشد که برای سایر برج‌های جذب واحد می‌توان با در اختیار داشتن شرایط جریان‌های مسئله و خصوصیات جاذب یا مشخصات فیزیکی جاذب و مطابق همین رویه سایر برج‌ها را نیز طراحی و مقایسه نمود.

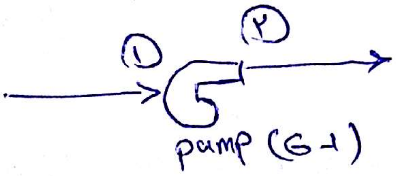
بدست آوردن پارامترهای مربوط به پمپ

برای بدست آوردن پارامترهای مربوط به یک پمپ به مطالب موجود در جزوات درس مکانیک سیالات مراجعه می‌کنیم. در این جا ما یک نمونه پمپ را به عنوان یکی از پمپ‌های بسیاری که در واحد وجود دارند مورد بررسی قرار می‌دهیم و اطلاعات موجود در Data Sheet را با آن چه که بدست می‌آوریم مقایسه می‌کنیم.

Scanned by CamScanner

به عنوان مثال ما این جا پمپی که آب خنک کننده را به Water-Steam Mixer پمپ می کند، مورد بررسی قرار می دهیم و می دانیم که برای سایر پمپ ها نیز همین روش را می توانیم عمل کنیم.

اگر قطر لوله را ثابت فرض کنیم:



بر طبق رابطه مشهور برنولی داریم:

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \eta w_p = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

از اصطکاک مطابق معمول صرف نظر می کنیم.

اگر فرض کنیم قطر لوله ورودی به پمپ و خروجی از آن برابر باشد در نتیجه $V_1 = V_2$ می شود و تغییر ارتفاع را در نظر نگیریم، خواهیم داشت:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \eta w_p = \frac{P_2}{\rho g}$$

طبق اطلاعات: $\Leftarrow$ Head = ۹٫۵ m

$$\longrightarrow h = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} \Rightarrow \Delta P = 9.5 \times 1000 \times 9.8 = 93100\ pa$$

میزان افزایش فشار پمپ مورد نظر

اگر $\eta = 75\%$ در نظر بگیریم:

$$\eta w_p = \frac{\Delta P}{\rho g} \Rightarrow w_p = \frac{93100\ N/m^2}{0.75 \times 1000\ kg/m^3 \times 9.8\ m/s^2}$$

$$\Rightarrow w_p = 12.67\ J/kg$$

Scanned by CamScanner

$$\dot{m} = Q \cdot \rho = 1{,}2\ \frac{m^3}{h} \times \frac{1h}{3600s} \times 1000\ \frac{kg}{m^3} = 0{,}33\ \frac{kg}{s}$$

$$\Rightarrow \quad P_{pump} = \dot{m}\, w_p = 0{,}33\ \frac{kg}{s} \times 12{,}67\ \frac{J}{kg} = 4{,}22\ W$$

توان مورد نیاز پمپ

همانطور که مشاهده می‌شود توان مورد نیاز برای این پمپ تقریباً 0,00422 kw است اما وقتی به DataSheet می‌رسیم توان 0,25kw در نظر گرفته شده است یعنی چیزی در حدود ۶۰ برابر آن چه که ما به دست آوردیم و دلیل این فاصله بسیار زیاد این است که ما فرض کردیم واحد ایده‌آل بوده و معادله برنولی است و همچنین می‌دانیم که به طور معمول برای محافظه کاری توان بیشتری را برای سفارش پیشنهاد می‌دهند.

این محاسبات را می‌توان برای سایر پمپهای موجود در واحد در نظر گرفت مقایسه کرد.

برای سایر تجهیزات نیز می‌شد از روابط موجود در دروس استفاده کرد، اما بسیاری از آنها نیاز به تخصص بیشتری می‌خواهند، چرا که استفاده از رابطه که در شرایط خاص و مخصوص یا تجربی مطرح می‌شوند.

Scanned by CamScanner