



شرکت
پژواک پژوه صنعت

دستگاه جذب گاز

وب سایت:

<http://www.ppsedu.com>

آدرس

تهران - شهرک صنعتی خاوران-سایت آهنکاران- خیابان چهارم غربی - پلاک آبی ۳۳۱۷

شماره تماس

021-33286250

بسمه تعالی

مقدمه:

عملیات جذب نوعی عملیات غیر مستقیم است که در آن گاز با فاز مایع حلال در یک واحد عملیاتی به صورت موازی و همسو یا موازی و غیرهمسو در تماس قرار می گیرد. پس از تماس دو فاز، انتقال جرم جزء یا اجزاء خاص از فاز گاز به فاز مایع صورت گرفته و این اجزاء در مایع حل می شوند. پس از جذب، مواد حل شده با تقطیر از مایع بازیابی می شوند و مایع جاذب را می توان دور ریخت یا دوباره مورد استفاده قرار داد. گاهی ماده حل شده ای از مایعی بر اثر تماس مایع با یک گاز بی اثر حذف می شود. این عمل را که برعکس جذب گاز است، واجذبی یا عریان سازی گاز می گویند.

طراحی برج های پرشده

یکی از وسایل رایجی که در جذب گاز و بعضی عملیات دیگر به کار می رود، برج پرشده است. این وسیله متشکل از برج استوانه ای مجهز به ورودی گاز و فضای توزیعی در پایین، ورودی مایع و توزیع کننده در بالا، خروجی مایع در پایین و توده ای از ذرات جامد بی اثر به نام پرکن برج است. نگهدارنده پرکن معمولاً یک توری با کنگره هایی برای استحکام است و دارای مساحت باز بزرگی است به طوری که طغیان در نگهدارنده روی نمی دهد. مایع ورودی که می تواند یک حلال خالص یا محلول رقیقی از حل شده در حلال باشد و آن را لیکور رقیق می گویند، توسط توزیع کننده در بالای پرکن توزیع می شود. در حالت ایده آل، سطوح پرکن به طور یکنواخت خیس می شوند.

گاز حاوی ماده حل شده، یا گاز غنی، وارد فضای توزیعی زیر پرکن می شود و به طور ناهمسو با جریان مایع، از طریق سوراخ های ریز پرکن به طرف بالا جریان می یابد. پرکن مساحت تماس بزرگی را بین مایع و گاز به وجود می آورد و تماس نزدیکی را بین فازها برقرار می کند. ماده حل شده در گاز توسط مایعی که تازه وارد برج شده است جذب و گاز رقیق (فقیر) از بالا خارج می شود. مایع، در ضمن جریان رو به پایین در برج، از ماده حل شده غنی می شود و مایع غلیظ، به نام لیکور غلیظ، از طریق خروجی مایع از پایین برج خارج می شود.

فرض می کنیم: دو فاز L و G غیرقابل امتزاج هستند و به ترتیب برای مایع و گاز به کار می روند. انتقال جرم از فاز G به L صورت می گیرد. جزء انتقالی جزء A می باشد و اجزاء دیگر منتقل نمی شوند. از فاز G چیزی به فاز L منتقل نمی شود. شرایط کاملاً یکنواخت است.

G_1 = تعداد مول های ورودی در واحد زمان

L_s = تعداد مول های ورودی در فاز G بدون جزء A $G_1 - G_1 y_1 = G_1(1 - y_1) = A$

y_1 = جزء مولی A در ورودی فاز G

Y_1 = نسبت مولی A در ورودی فاز G $= \frac{y_1 G_1}{G_1 - G_1 y_1} = \frac{y_1}{1 - y_1}$ = کل مول های A (در نقطه ورودی) / کل مول های A (در نقطه ورودی) - کل مول های ورودی

L_1 = تعداد مول های ورودی در واحد زمان

x_1 = جزء مولی A در ورودی فاز L

L_s = تعداد مول های ورودی بدون جزء A $L_1(1 - x_1) = A$

$$X_1 = \text{نسبت مولی در ورودی فاز } L = \frac{x_1}{1-x_1}$$

به همین ترتیب خروجی ها را نیز می توان در نقطه ۲ تعریف کرد. بیلان مولی جزء A را روی کل سیستم می نویسیم:

$$\begin{aligned} G_S &= G(1-y) & X &= \frac{x}{1-x} & Y &= \frac{y}{1-y} \\ x &= \frac{X}{1+X} & L_S &= L(1-x) & y &= \frac{y}{1-y} \end{aligned}$$

بیلان مولی برای جزء منتقل شونده:

$$G_1 y_1 + L_2 x_2 = G_2 y_2 + L_1 x_1$$

به جای G_1 ، G_2 ، L_1 و L_2 مقدار می گذاریم.

$$G_S = G_1 - G_1 y_1 \rightarrow G_1 = \frac{G_S}{1-y_1}$$

$$L_S = L_1(1-x_1) \rightarrow L_1 = \frac{L_S}{1-x_1}$$

$$G_S = G_2(1-y_2) \rightarrow G_2 = \frac{G_S}{1-y_2}$$

$$L_S = L_2(1-x_2) \rightarrow L_2 = \frac{L_S}{1-x_2}$$

$$G_S \frac{y_1}{1-y_1} + L_S \frac{x_2}{1-x_2} = G_S \frac{y_2}{1-y_2} + L_S \frac{x_1}{1-x_1}$$

$$G_S Y_1 + L_S X_2 = G_S Y_2 + L_S X_1 \rightarrow G_S(Y_1 - Y_2) = L_S(X_1 - X_2)$$

$$\frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2} = \frac{L_S}{G_S}$$

معادله فوق، معادله خط عمل کل واحد عملیاتی نامیده می شود که نقاط (X_1, Y_1) را به (X_2, Y_2) وصل می نماید و شیب آن $\frac{L_S}{G_S}$ است.

با رسم خط عملیاتی و منحنی تعادلی در تصویر XY به صورت ترسیمی و یا روش محاسبتی (حل دستگاهی شامل خط عملیاتی و منحنی تعادلی بر حسب XY)، می توان مجهول مسئله را پیدا کرد.

در عملیات جذب انتقال جرم از فاز G به L، $Y_1 > Y_2$ صورت می گیرد و خط عملیاتی در بالای منحنی تعادلی قرار می گیرد.

شرح دستگاه

این دستگاه به طور کلی از یک ستون پرشده، یک پمپ، یک مخزن آب، دو مانومتر، یک همپل، سه عدد روتامتر و یک تابلو فرمان تشکیل شده است. هوای سیستم توسط یک کمپرسور تامین می شود.

مخزن CO_2 نیز به صورت یک کپسول می باشد که توسط یک شلنگ به روتامتر CO_2 متصل می شود. آب توسط پمپ مخزن آب به بالای ستون پرشده پمپاژ می شود در این مسیر یک شیر Bypass (شیر V_8) قرار دارد که می توان به وسیله این شیر مقداری از آب پمپاژ شده توسط پمپ را به مخزن آب برگرداند. در شرایط کارکرد پمپ بهتر است این شیر بسته باشد تا پمپ بتواند هد مورد نیاز سیستم را به خوبی تامین کند. البته باید دقت داشت که مسیر بالادست پمپ مسدود نشود زیرا باعث فشار آمدن به پمپ و خرابی آن می شود.

پس از جریان برگشتی، یک شیر (شیر V_1) و یک عدد روتامتر در مسیر جریان آب به بالای برج قرار داده شده است تا بتوان دبی را کم و زیاد نمود. آب از روتامتر عبور کرده، وارد ستون پر شده می شود و از بالای ستون بر روی آکنه ها می ریزد.

هوای دستگاه از یک کمپرسور تامین می گردد و توسط یک شلنگ به دستگاه متصل می شود. سپس هوا وارد یک شیر شده (شیر V_2) و از شیر وارد روتامتر می گردد. با این شیر می توان مقدار دبی هوا را تنظیم نمود.

پس از روتامتر یک سه راهی قرار داده شده است. در این سه راهی، گاز دی اکسید کربن و هوا مخلوط شده و بعد از آن هوای دارای گاز CO_2 به زیر ستون تزریق می شود.

گاز CO_2 مورد نیاز توسط یک کپسول که به دستگاه متصل شده است تامین می شود. در مسیر گاز نیز یک روتامتر کوچک نصب شده و بالای روتامتر یک شیر (شیر V_3) قرار دارد با این شیر می توان دبی گاز را تنظیم نمود. پس از این روتامتر گاز دی اکسید کربن به سه راهی وارد شده و با هوا مخلوط می گردد.

بر روی صفحه مشکی رنگ دستگاه دو عدد مانومتر (مانومتر سمت راست = مانومتر (۱)) و یک همپل با یک سرنگ نصب شده است. شاخه سمت چپ مانومتر (۱) به بالای برج متصل شده است. شاخه سمت راست مانومتر (۱) و شاخه سمت چپ مانومتر (۲) به هم دیگر متصل و هر دوی این شاخه ها به وسط برج متصل می شود. شاخه راست مانومتر (۲) به پایین برج متصل شده است. در محل اتصال هر شاخه به برج یک شیر قرار داده شده است که به وسیله آن می توان اتصال مانومتر به برج را قطع و وصل نمود. در بالای نگهدارنده مانومترها یک شیر بر روی مانومتر (۱) (شیر V_{15}) و دو شیر بر روی مانومتر (۲) (شیرهای V_{16} و V_{17}) نصب شده است. با این سه شیر می توان مانومترها را به اتمسفر وصل نمود تا هم فشار گردند. بدین منظور در زمانی که مسیر جریان آب و هوای ورودی به برج بسته است باید هر سه شیر را همزمان باز نمود تا فشار هوا در هر ۴ شاخه، فشار اتمسفر شود و ارتفاع ها برابر شوند. در زمان کارکرد برج باید سه شیر نصب شده بالای مانومتر حتما بسته شوند زیرا با افزایش فشار، آب مانومتر به بیرون می پاشد.

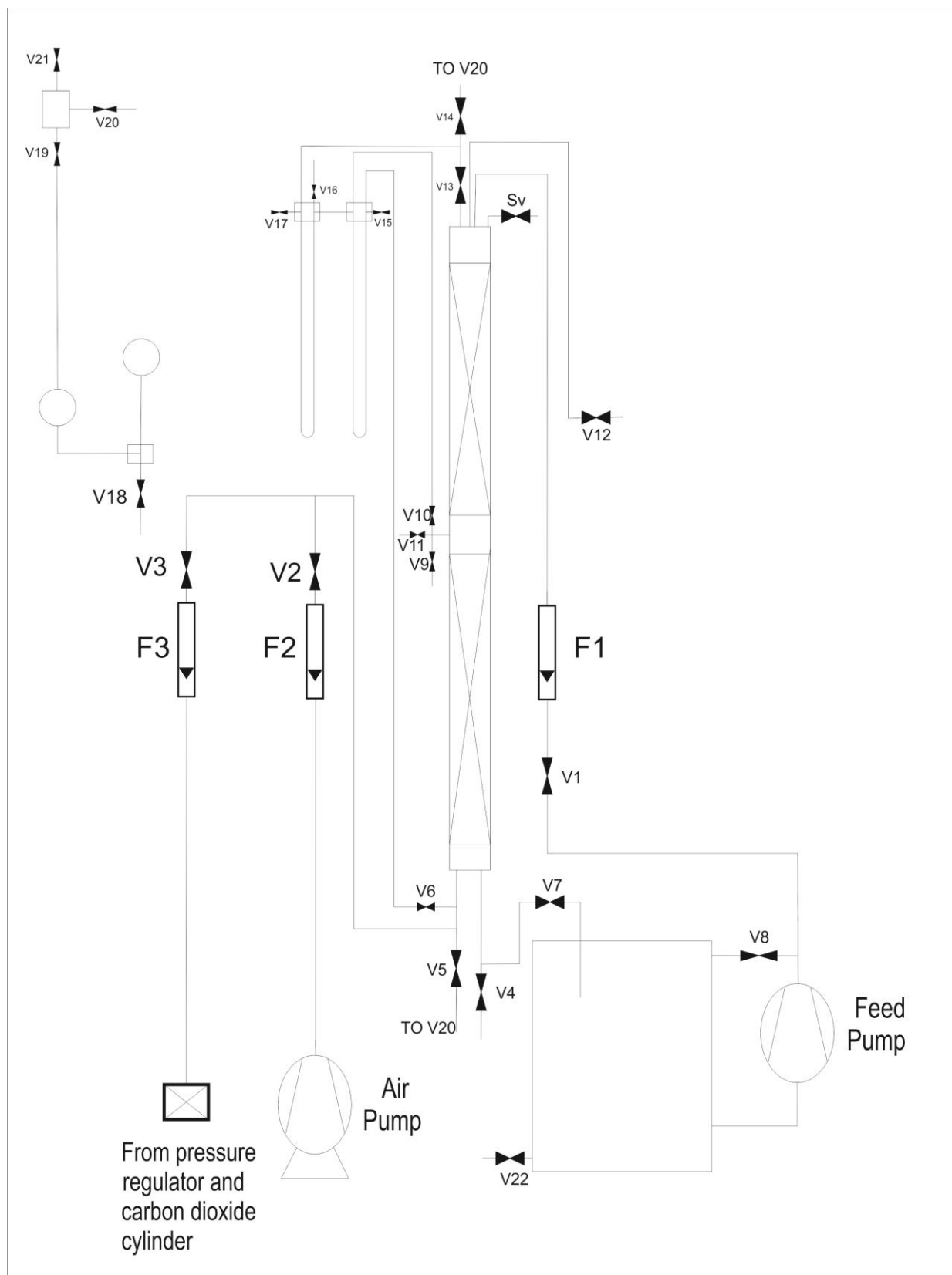
هرگاه بخواهیم اختلاف فشار وسط و بالای برج را تعیین نماییم کافی است شیر های وسط و بالای برج (به ترتیب شیرهای V_{10} و V_{13}) متصل به مانومتر را باز نماییم. هم چنین برای تعیین اختلاف فشار پایین و وسط برج، شیر شاخه مانومتر

متصل شده به پایین برج (شیر V_6) و شیر شاخه متصل شده به وسط (شیر V_{10}) را باز می‌نماییم و در هر حالت باید اختلاف فشار را از روی مانومتر مطالعه نمود.

همپل: ابزار دیگری که بر روی صفحه مشکی دستگاه قرار دارد یک همپل می‌باشد. مخزن سمت چپ همپل دارای ارتفاع کمتری نسبت به مخزن سمت راست می‌باشد. این گوی باید از سود سوزآور یک مولار پر شود و تقریباً سود باید تا ۱ سانتی متر درون لوله بالای مخزن سمت چپ همپل بالا بیاید (توجه کنید که همپل را بیش از این مقدار پر نکنید، زیرا خطر سرریز شدن سود و یا وارد شدن سود به سیستم وجود خواهد داشت). مخزن سمت راست همپل نیز به هوای اتمسفر متصل است. در سمت چپ همپل یک سرنگ قرار داده شده است. با این سرنگ می‌توان نمونه هوا را از بالا، وسط و پایین برج گرفت و مقدار CO_2 موجود در آن را توسط همپل مشخص نمود. در بالای همپل در یک چهارراه یک شاخه از همپل، شاخه مسیر سرنگ، یک شیر و یک شلنگ خروجی از سیستم، در یک مکعب مستطیل سفید رنگ به هم دیگر متصل می‌شوند. شلنگ خروجی از سیستم، برای نمونه گیری هوای ورودی یا خروجی از برج تعبیه شده است. این شلنگ سه شاخه می‌شود: یک شاخه به بالای برج، یک شاخه به وسط برج و شاخه دیگر به پایین برج متصل شده است (شلنگ های نارنجی رنگ). در مسیر هر شاخه یک شیر قرار داده شده که باید فقط یکی از آنها باز باشد تا بتوان از دستگاه نمونه‌گیری نمود.

روش استفاده از همپل: همپل از دو مخزن فلزی ساخته شده است که یکی از این گوی‌ها با سود پر می‌شود (برای پر کردن مخزن حدوداً به ۵۰۰ میلی لیتر سود ۱ مولار نیاز دارید). برای استفاده از این ابزار باید مسیر لوله‌ها از هوا تخلیه شود و جریان هوای داخل برج، لوله‌ها را پر نماید. پیش از شروع آزمایش، حتماً سطح سود موجود در لوله بالای مخزن سمت چپ همپل را با خودکار علامت گذاری کنید.

در بالای همپل سه شیر به نام های V_{19} ، V_{20} و V_{21} مشاهده می‌شوند. برای این که از بالا، پایین و یا وسط برج نمونه‌گیری شود، کافی است شیر محل موردنظر باز و بقیه شیرها بسته باشد (برای نمونه گیری از پایین برج شیر V_5 ، از وسط برج شیر V_{11} و از بالای برج شیر V_{14} را باز کنید). برای نمونه‌گیری شیرهای V_{21} و V_{19} باید بسته و شیر V_{20} باید باز باشد. سرنگ را از هوای داخل برج پر کنید، شیر V_{20} را بسته و شیر V_{21} را باز نمایید و سپس سرنگ را به هوا تخلیه کرده، دوباره شیر V_{21} را بسته و شیر V_{20} را باز کنید و سرنگ را پر کنید و به اتمسفر تخلیه کنید. ۳ بار این عمل را تکرار نمایید. اکنون شیر V_{21} را بسته، شیر V_{20} را باز کرده و با دقت سرنگ را پر کنید. سپس شیر V_{20} را بسته و شیر V_{21} را یک لحظه باز کرده (در حد ۳ ثانیه، تا فشار داخل سرنگ برابر فشار هوا گردد) و دوباره ببندید، سپس شیر V_{19} را باز نمایید و گاز داخل سرنگ را به درون همپل تزریق نمایید (دقت شود که این گاز باید به آرامی تزریق شود که در شاخه دیگر حباب ایجاد نشود و سود از مخزن سمت چپ سرریز نشود). اکنون شیر V_{20} و V_{21} باید کاملاً بسته باشد و شیر V_{19} باز باشد. حال به آرامی سرنگ را به بیرون بکشید و این کار را تا آنجا ادامه دهید که سطح سود در لوله بالایی مخزن سمت چپ همپل به محل علامت گذاری شده برسد. مقدار باقیمانده از حجم سرنگ تا ۱۰۰ میلی لیتر برابر است با حجم کربن دی اکسید موجود در هوای برج. این عمل را برای بالا و پایین برج نیز تکرار کنید و درصد حجمی گاز دی‌اکسید کربن را تعیین نمایید. طرح شماتیک دستگاه و نام گذاری شیرها در شکل بعد آمده است:



هشدار: تزریق گاز به همپل باید به آرامی و با دقت زیاد انجام شود تا در شاخه دیگر آن حباب ایجاد نشود. در صورت ایجاد شدن حباب تزریق باید از اول انجام گیرد.

آزمایش:

مطابق جدول زیر آزمایش‌ها را انجام دهید:

- دبی CO_2 را در تمام آزمایشات برابر ۱۰ لیتر بر دقیقه قرار دهید.

Water Flow (L/hrs.)	100	150	200	250	300
Air Flow ($\text{m}^3/\text{hrs.}$)	0	0	0	0	0
ΔP_1					
ΔP_2					
Water Flow (L/hrs.)	100	100	100	100	100
Air Flow ($\text{m}^3/\text{hrs.}$)	1	1.5	2	3	4
ΔP_1					
ΔP_2					
Water Flow (L/hrs.)	150	150	150	150	150
Air Flow ($\text{m}^3/\text{hrs.}$)	1	1.5	2	3	4
ΔP_1					
ΔP_2					
Water Flow (L/hrs.)	200	200	200	200	200
Air Flow ($\text{m}^3/\text{hrs.}$)	1	1.5	2	3	4
ΔP_1					
ΔP_2					
Water Flow (L/hrs.)	250	250	250	250	250
Air Flow ($\text{m}^3/\text{hrs.}$)	1	1.5	2	3	4
ΔP_1					
ΔP_2					

ΔP_1 : Pressure Difference between column top and middle

ΔP_2 : Pressure Difference between column middle and bottom

خواسته‌ها:

- علل تغییرات اختلاف فشار بین مقاطع مختلف برج را توضیح دهید:
- بازده برج را در هر مرحله محاسبه کنید.
- تاثیر میزان دبی هر کدام از مواد موجود در آزمایش (دی اکسید کربن، هوا و آب) را بر بازده برج توضیح دهید.