



Namatek
True Education

Distillation Tower Condensers

www.namatek.com

انواع کندانسور در
برج تقطیر

فهرست مطالب

۱. کندانسور چیست؟
۲. انواع کندانسور در برج تقطیر
۳. انواع کندانسور بر اساس نسبت میعان
۴. اجزای کندانسور برج های تقطیر
۵. اصل کار کندانسورها
۶. کاربرد کندانسور در برج های تقطیر

تقطیر یکی از مهم ترین و پرکاربردترین روش های جداسازی مواد از یکدیگر است و مبتنی بر تبدیل حالت های ماده بین دو فاز مایع و گاز است. فرآیند تقطیر به دلیل اختلاف نقطه جوش ماده، یکی از رایج ترین روش ها برای جداسازی مواد از یکدیگر محسوب می شود که این فرآیند در برج های تقطیر صورت می گیرد. برج های تقطیر، از اجزای مختلفی تشکیل شده اند که هر کدام برای انتقال انرژی گرمایی یا افزایش انتقال مواد مورد استفاده قرار می گیرند.

برج های تقطیر از ۴ جزء تشکیل شده اند که عبارت اند از:

- برج
- جوش آور
- کندانسور
- تجهیزات کمکی

در این مقاله به بررسی کندانسور و انواع کندانسور در برج تقطیر می پردازیم.

کندانسور چیست؟



برای بررسی بهتر انواع کندانسور در برج تقطیر، ابتدا بهتر است تعریفی از کندانسور داشته باشیم. کندانسورها (Condensers) در اصل دستگاه‌ها یا تجهیزاتی هستند که وظیفه آن‌ها تبدیل بخارات حاصل از عملیات حرارتی ترکیبی به مایع است. از این دستگاه برای فرآیند تراکم استفاده می‌شود. نقش این دستگاه متراکم کردن بخار و تبدیل آن به مایعات یعنی تغییر فاز از بخار به مایع است.

انواع کندانسور در برج تقطیر به صورت زیر طبقه بندی می‌شوند:

۱. کندانسور هوا خنک
۲. کندانسور تبخیری
۳. کندانسور آب خنک

که این کندانسورها خود به زیر بخش هایی تقسیم می شوند. در ادامه این کندانسورها را به صورت مفصل معرفی خواهیم کرد اما قبل از آن بهتر است با دو مفهوم تراکم و انتقال حرارت آشنا شویم.

تراکم

تراکم به فرآیند انتقال حرارتی می گویند که طی آن می توان با تغییر فاز، دمای ماده را از دمای بالا به دمای پایین منتقل کرد. چگالش فرآیند تغییر فازی است که در آن بخار با استفاده از یک محیط خنک کننده (مانند انواع کندانسور در برج تقطیر) به صورت مایع متراکم شده در می آید. از محیط های خنک کننده یا همان کندانسورها می توان برای انتقال حرارت به صورت مستقیم یا غیرمستقیم استفاده کرد.

انتقال حرارت

در این فرآیند، گرما از یک ماده به ماده دیگری منتقل خواهد شد. در فرآیند انتقال حرارت ما نیازی به تغییر فاز و کاهش یا افزایش دما نخواهیم داشت. پس از آشنایی با این دو مفهوم اکنون به بررسی انواع کندانسور در برج تقطیر می پردازیم.

انواع کندانسور در برج تقطیر

همان گونه که در بخش قبل گفته شد، انواع کندانسور در برج تقطیر به چند دسته تقسیم می شوند که عبارت اند از:

کندانسور هوا خنک



یکی از انواع کندانسور در برج تقطیر، کندانسورهای هوا خنک (Air Cooled Condenser) هستند که از هوا برای تراکم استفاده می کنند. در این سیستم، هوا در یک طرف مبدل حرارتی قرار می گیرد و در طرف دیگر آن بخار داغ یا با گرمای متوسط وجود دارد. در این حالت جریان هوا، بخار را خنک می کند. به همین علت نیاز به طراحی یک سیستم داریم.

انواع کندانسورهای هوا خنک عبارت اند از:

A – Frame •

V – Frame •

W – Frame •

Δ – Frame •

هر یک از این مدل ها دارای مزایا و معایبی هست و محدودیت های اصلی هر یک از انواع کندانسورهای هوا خنک که با آن ها اشاره شد، به محدودیت های ظرفیت ساختاری آن ها بستگی دارد.

کندانسور تبخیری



یکی دیگر از انواع کندانسور در برج تقطیر، کندانسورهای تبخیری هستند که برای تبرید در فرآیندهای صنعتی و فرآیند تهویه مطبوع طراحی شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع کندانسور، دمای متراکم شده سیستم را کاهش و در نتیجه قدرت کمپرسور را کاهش می‌دهد. کندانسور تبخیری خود به دو نوع تقسیم می‌شود:

- کندانسور جریان ترکیبی
- کندانسور جریان متقابل

که در ادامه به بررسی هر یک از آن‌ها می‌پردازیم.

1) کندانسور جریان ترکیبی

در کندانسور جریان ترکیبی از سیم پیچ‌های متراکم کننده و سطوح پرکننده برای انتقال حرارت استفاده می‌شود. افزودن سطوح پرکننده به طراحی کندانسورهای ترکیبی سنتی سبب شده تا میزان تبخیر در قسمت سیم پیچ یا همان کویل (Coil) کاهش یابد. این نوع کندانسور از ترکیب جریان موازی هوا و اسپری آب روی کویل‌ها و جریان متقاطع هوا و آب در سطوح پرکننده استفاده می‌کند. در جریان موازی، هوا و آب در یک جهت روی کویل جریان می‌یابند.

در قسمت پرکننده کندانسورهای تبخیری، جریان های ترکیبی و متقاطع با یکدیگر در تعامل هستند؛ به این صورت که آب، عمودی به سمت پایین، جریان می یابد و هوا به صورت افقی در سر تا سر آن به جریان می افتد.

2) کندانسور جریان متقابل

در این نوع کندانسورها، جریان هوا در سمت مخالف جریان آب، حرکت می کند. در این حالت، هوا به صورت عمودی به سمت بالا حرکت می کند و آب به صورت اسپری شده و عمودی به سمت پایین روی کویل ها به جریان می افتد. این جریان هوا توسط یک یا چند فن مکانیکی تأمین می شود. این فن ها به صورت محوری یا گریز از مرکز هستند که هر یک مزایای خاص خود را دارند. واحدهایی که با فن های محوری کار می کنند به نصف اسب بخار موتور فن های گریز از مرکز یا سانتریفیوژی نیاز دارند که باعث صرفه جویی قابل ملاحظه ای در هزینه چرخه عمر آن ها می شود.

کندانسور آب خنک



کندانسورهای آب خنک (Water Cooled Condenser) یا (WCC)، یکی از رایج ترین و پرکاربردترین انواع کندانسور در برج تقطیر هستند که در صنایع

شیمیایی و دارویی مورد استفاده قرار می گیرند. در این نوع کندانسور از آب برای انتقال حرارت به عنوان محیط خنک کننده استفاده می شود. کندانسورهای هوا خنک از ماژول هایی (ماژول بخش های مجزا از هم است که با ترکیب با یکدیگر یک کل واحد و کامل ایجاد می کنند) تشکیل شده اند که در ردیف های موازی با یکدیگر قرار گرفته اند. هر ماژول دارای تعدادی باندل (Bundle یا بسته) لوله های باله ای است. یک جریان محوری، هوای خنک کننده را در سر تا سر ناحیه تبادل حرارتی لوله های باله ای به حرکت در می آورد.

3 نوع کندانسور آب خنک وجود دارد که عبارت اند از:

۱. لوله و لوله (Tube & Tube)

۲. پوسته و کوئل (Shell & Coil)

۳. پوسته و لوله (Shell & Tube)

که در ادامه با آن ها آشنا خواهیم شد.

(1) کندانسور لوله و لوله

در این نوع کندانسور می توانیم از دو لوله استفاده کرد؛ یک لوله برای گرمایش و از لوله دوم به منظور فرآیند خنک کنندگی استفاده می شود.

(2) کندانسور پوسته و کوئل

در کندانسور پوسته و کوئل، در یک سمت پوسته و در سمت دیگر کوئل به عنوان انتقال دهنده حرارت قرار گرفته اند. در این نوع کندانسور به ندرت از تجهیزات انتقال حرارتی که در صنایع وجود دارند، استفاده می شود.

(3) کندانسور پوسته و لوله

در کندانسور پوسته و لوله، از یک سیال به عنوان ماده ای برای سرمایش یا گرمایش استفاده می شود. لوله ها هم می توانند به عنوان عنصر خنک کننده استفاده شوند و هم به عنوان بخش گرمایش دستگاه. با استفاده از این نوع کندانسور می توان، از انتقال حرارت به صورت موازی یا حتی به صورت جریان های مخالف استفاده کرد. در این حالت، محفظه ای خواهیم داشت که مایعات بیرونی سرد را در خود جای می دهد.

قطر پوسته هم باید به صورتی انتخاب شود که تناسب زیادی با بسته های لوله داشته باشد. پوسته ها معمولاً از لوله های فولادی استاندارد با سطوح قابل قبولی از خوردگی ساخته می شوند (منظور از سطح قابل قبول خوردگی، حداقل مقدار خوردگی ای که می تواند وجود داشته باشد).

کندانسور پوسته و لوله خود به ۳ نوع تقسیم می شود:

- پوسته و لوله تک پاس
- پوسته و لوله چند پاس
- پوسته و لوله نوع U

که در ادامه به بررسی هر یک از آن ها خواهیم پرداخت.

(A) کندانسور پوسته و لوله تک پاس (Single Pass)

در کندانسورهای تک پاس، از یک پاس در سمت پوسته و یک پاس در سمت گرمایش استفاده می شود. انتخاب سمت گرمایش و سرمایش به نیازهایی که هر فرآیند دارد، بستگی دارد و می توان از گرمایش در پوسته و همچنین سمت لوله استفاده کنیم. در کندانسورهای تک پاس می توان از خنک کننده ها و آب نمک به عنوان ماده مبرد استفاده کرد.

(B) کندانسور پوسته و لوله چند پاس

در این نوع کندانسور می توان از یک پاس در سمت پوسته و دو یا چند پاس در سمت لوله استفاده کرد. به طور معمول می توان در سمت لوله از خنک کننده ها، چیلینگ (Chilling) و آب نمک به عنوان ماده مبرد استفاده کرد.

C) کندانسور پوسته و لوله نوع U

در کندانسور پوسته و لوله نوع U، به عنوان مبدل های حرارتی می توان از حلقه های U شکل در سمت لوله استفاده کرد که به دلیل وجود این حلقه ها به آن کندانسور پوسته و لوله نوع U می گویند.

اجزای کندانسور برج های تقطیر



اجزای یک کندانسور عبارت اند از:

- لوله
- پوسته
- کاپوت
- نازل ها (Nozzles)

- بافل ها (Baffles)
- اسپیسر (Spacer)
- ورق لوله ای

اصل کار کندانسورها

در کندانسورها، دمای جریان بخار به زیر نقطه تبدیل بخار به شبنم می رسد که این کاهش دما با استفاده از محیط های دیگر مانند آب خنک کننده یا هوا صورت می گیرد. با پایین آمدن دما از نقطه شبنم، قطرات آب تشکیل خواهند شد. هنگامی که بخار تبدیل به آب شود، حجم آن به میزان قابل توجهی کاهش می یابد که این میزان از کاهش حجم سبب ایجاد خلأ می شود.

کاربرد کندانسور در برج های تقطیر



از کندانسورهای برج های تقطیر برای جداسازی مواد مورد نظر در صنایع زیر استفاده می شود:

- نفت، گاز و پتروشیمی
- خنک کردن روغن داغ
- صنایع رنگ
- صنایع شیمیایی
- صنعت داروسازی

جمع بندی

همانگونه که گفته شد، کندانسور در برج تقطیر نقش خنک کننده را ایفا می کند. پرکاربردترین کندانسوری که در صنایع و پالایشگاه ها استفاده می شود، کندانسور هوا خنک است که از هوای محیط برای فرآیند خنک سازی استفاده می کند. کندانسور آب خنک که از طریق لوله ای کندانسور را به منبع آب متصل می کند و آب، بخارهای ایجاد شده را خنک می کند و در کندانسور تبخیری بخار حاصله از طریق فرآیند تبخیر، خنک می شود و آب روی سطح بیرونی لوله مبرد پاشیده می شود. کندانسورها دارای ستون های جداگانه ای هستند که از طریق آن، آب و هوا را برای خنک کردن بخارهای به وجودآمده، روی آن ها می پاشند. با توجه به انواع مختلف کندانسور و تفاوت اندازه آن ها، استفاده از هر کندانسور بر اساس کاربرد و رفع نیازی است که برای کاربران انجام می دهد.