



خانه مهندسی شیمی ایران
www.icheh.com



کندانسور



تنظیم : حسین چوبدار

3-3-3- کندانسور

کندانسورها تجهیزاتی هستند که برای سرد کردن محصولات بالای برج تقطیر به کار می‌روند. این تجهیزات مبدل‌های پوسته و لوله‌ای هستند که ماده سردکننده در داخل لوله جریان می‌یابد و معمولاً از آب به عنوان ماده سردکننده استفاده می‌شود. البته بطور کلی مشخص نیست که سیال خنک‌کننده در لوله جریان دارد یا در پوسته و هر دو مورد بسته به خواص سیال‌ها و شیوه طراحی امکان‌پذیر است.

کندانسور را می‌توان در بالای برج قرار داد که در این صورت حرکت مایع برگشتی به سینی بالای برج بدون احتیاج به پمپ انجام می‌پذیرد ولی برای سهولت در ساخت، نصب، نظافت و تعمیر آن بهتر است که کندانسور نزدیکتر به سطح زمین کار گذاشته شود و مایع برگشتی توسط پمپی از مخزنی در پایین به درون سینی بالای برج انتقال یابد. کندانسورها از دیدگاه فرآیندی به دو گروه جزیی و کامل تقسیم می‌شوند.



شکل 15-3- کندانسور

در **کندانسور جزیی یا پاره‌ای**، محصول تقطیر به طور کامل به مایع تبدیل نمی‌شود بلکه مقداری از آن به صورت بخار باقی می‌ماند و در مواردی کاربرد دارد که جمع‌آوری محصول به صورت بخار مد نظر باشد و قسمت مایع شده محصول به سینی بالای برج بازگردانده می‌شود و هنگامی با این مورد روبرو می‌شویم که نقطه جوش محصول بسیار پایین بوده و در نتیجه مایع شدن آن به سختی صورت می‌گیرد، ولی در **کندانسور کامل** محصول تقطیر شده

بالای برج به طور کامل به مایع تبدیل می‌شود. در این حالت محصول به صورت مایع جمع‌آوری می‌شود و مقداری از مایع به برج برگردانده می‌شود.

تقسیم بندی کندانسورها:

کندانسورها به دو دسته اساسی تقسیم می‌شوند:

کندانسورهای سطحی - کندانسورهای تماسی

کندانسور سطحی:

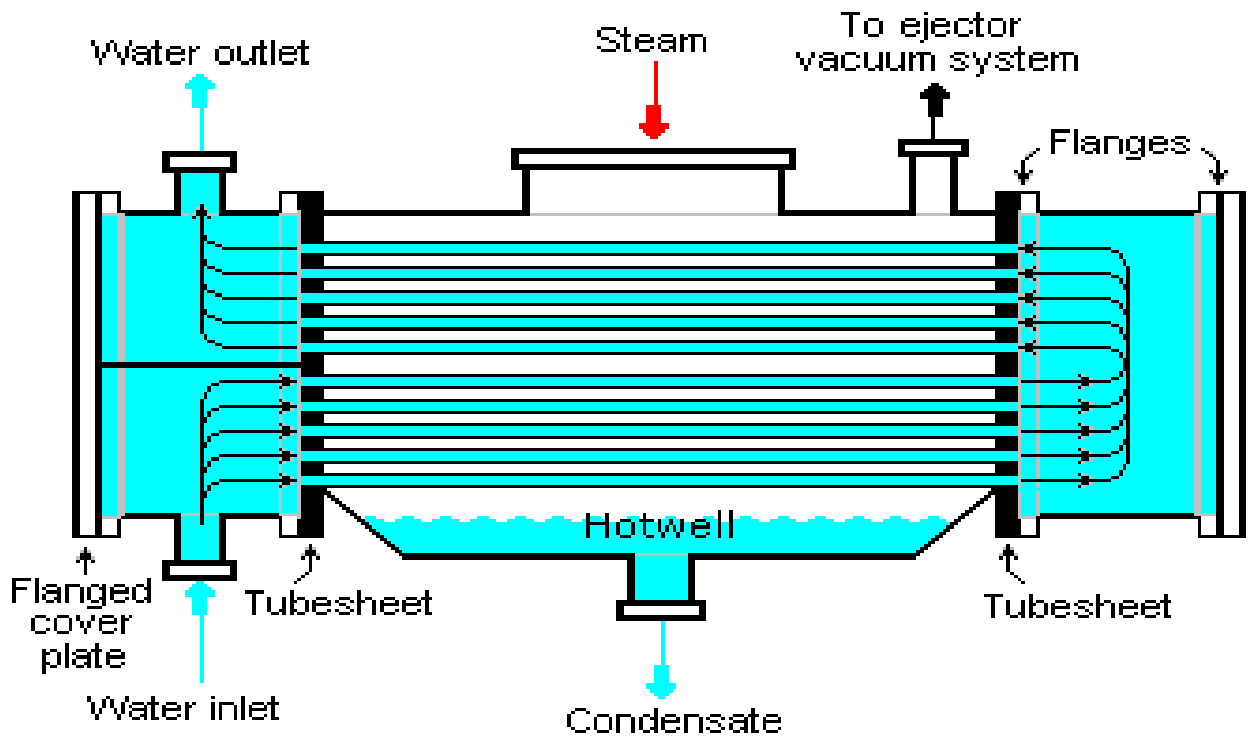
ساده‌ترین کندانسور سطحی، مُبرّدی است که در آزمایشگاهها وجود دارد. در این کندانسورها، منبع سرمایی وجود دارد که گرمای بخار را می‌گیرد و به این ترتیب بخار، به مایع تبدیل می‌شود. اگر مانعی مابین سرما و بخار وجود داشته باشد، کندانسور از نوع سطحی است، یعنی تماس منبع سرما و بخار، غیر مستقیم است. از داخل مبرد، بخار در جریان است و از خارج، مایع سرد کننده عبور می‌کند.



شکل ساده یک کندانسور



کندانسور سطحی



کندانسور سطحی

کندانسور تماسی :

در کندانسورهای تماسی ، نحوه تماس منبع سرما با بخار به صورت مستقیم است و مانعی مابین آنها وجود ندارد. یک کندانسور تماسی ، از یک ستون با بشقابکهای متعدد تشکیل یافته است که مسیر حرکت بخار از پایین ستون به بالا و مسیر حرکت مایع از بالای ستون و از درون بشقابک بالایی به پایین ستون و بشقابکهای زیرین است. در کندانسور تماسی ، انتقال حرارت کامل است و اتلاف گرما وجود ندارد، اما در بیشتر مواقع نمی‌توان این نوع تراکم را انجام داد، چون جداسازی بسیار مشکل است.

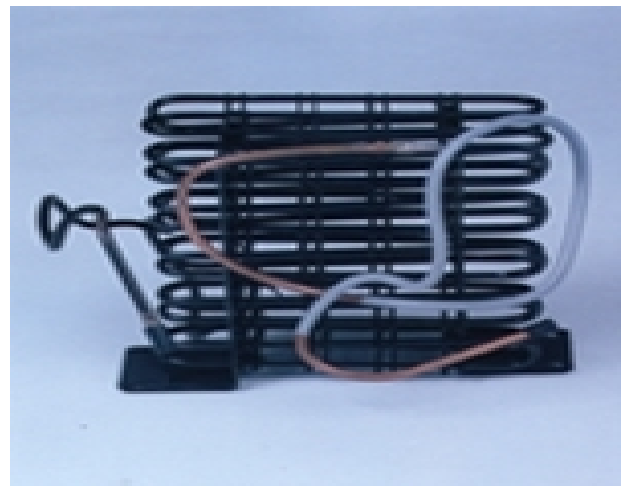


کندانسور تماسی

راندمان کندانسور تماسی از کندانسور سطحی بیشتر است و این ، به آن علت است که کندانسور تماسی از مراحل مختلف و بشقابکهای متعدد تشکیل یافته است و مانند این است که عمل تراکم چندین بار تکرار می شود .

کندانسور هوایی :

در کندانسورهای هوایی عامل جذب حرارت از لوله های حامل گاز هوا می باشد. و برای اینکه هوا با سطح بیشتری از لوله تماس داشته باشد روی لوله ها را با فین (پره) می پوشانند کندانسورهای هوایی خود بر دو نوع طبیعی و اجباری تقسیم می شوند. که در نوع طبیعی برای ظرفیت های پایین مثل یخچال خانگی با جریان طبیعی هوا خنک می شود و در نوع اجباری هوا به وسیله فن از روی کویل عبور می کند.



کندانسور هوایی از نوع اجباری



کندانسور هوایی از نوع طبیعی

کندانسورهای آبی :

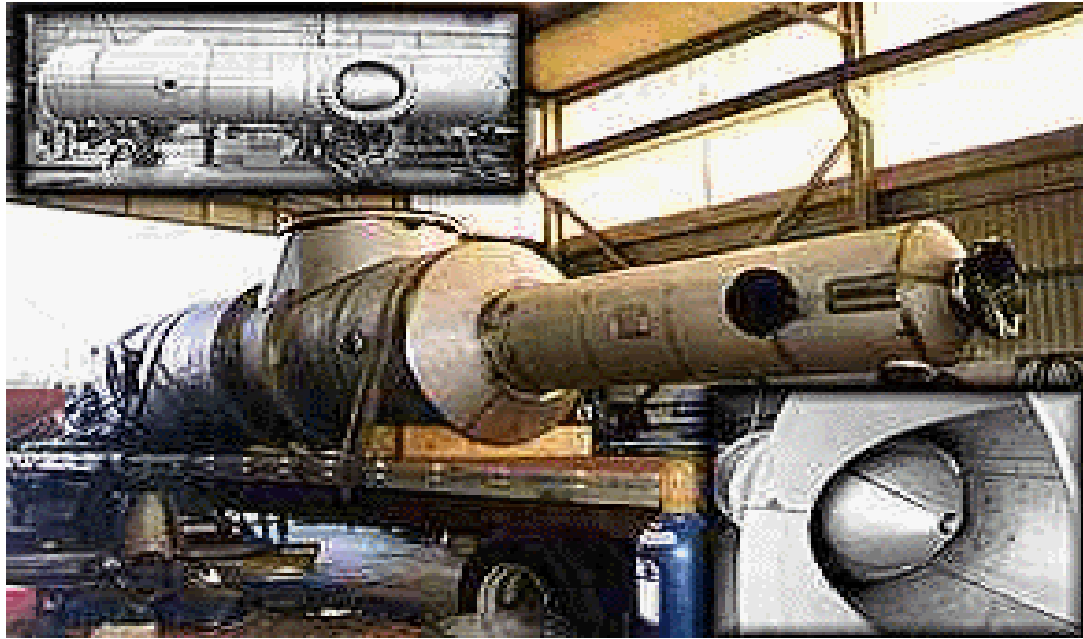
در این مدل از کندانسور عامل خنک کننده آب می باشد و بدلیل گرم شدن آب از برج خنک کننده جهت خنک کردن آب کندانسور استفاده می کنیم، این نوع از کندانسورها بصورت دو لوله ای (*doubel-pipe*) می باشند که داخل یکی از لوله ها آب و دیگری گاز داغ وجود دارد. از این نوع کندانسورها در چیلرها و سردخانه های بزرگ استفاده می شود.

کندانسورهای آبی راندمان بهتری از کندانسورهای هوایی برای کلیه تناژهایی از یک تن تبرید به بالا دارا می باشد

به مجموعه واحد تقطیر آبی و هوایی (تبخیری) می گویند. در این نوع کندانسور عامل خنک کننده گاز داخل لوله ها آب می باشد و فرق آن با سیستم آبی این است که لوله های کندانسور بصورت تک لوله ای داخل برج خنک کن نصب شده است. قابل ذکر است این سیستم آلودگی آب بسیار زیادی دارد و در سیستم آمونیاک از این روش استفاده می شود.

کندانسور دو لوله ای:

این کندانسور دارای دو لوله هم محور است که یکی از آنها داخل دیگری قرار دارد. آب خنک در لوله داخلی و مبرد در لوله بیرونی که لوله داخلی را در بر گرفته است جریان دارد. این کندانسورها برای واحد های تهویه و تبریدیکه از نظر جا مشکل دارند مناسب هستند و می توان آن ها را به صورت افقی، عمودی و یا مایل نصب کرد. انتخاب جنس لوله های این نوع کندانسورها به نوع مبرد و شرایط دمایی و فشاری بستگی دارد. معمولا از لوله های مسی برای آب شیرین و از لوله های ساخته شده از آلیاژ مس و نیکل برای آب شور استفاده می شود. حرکت چرخشی آب درون لوله از تجمع رسوبات در سطح داخلی لوله در این نوع کندانسورها جلوگیری می کند.



کندانسور پوسته و کیوم :

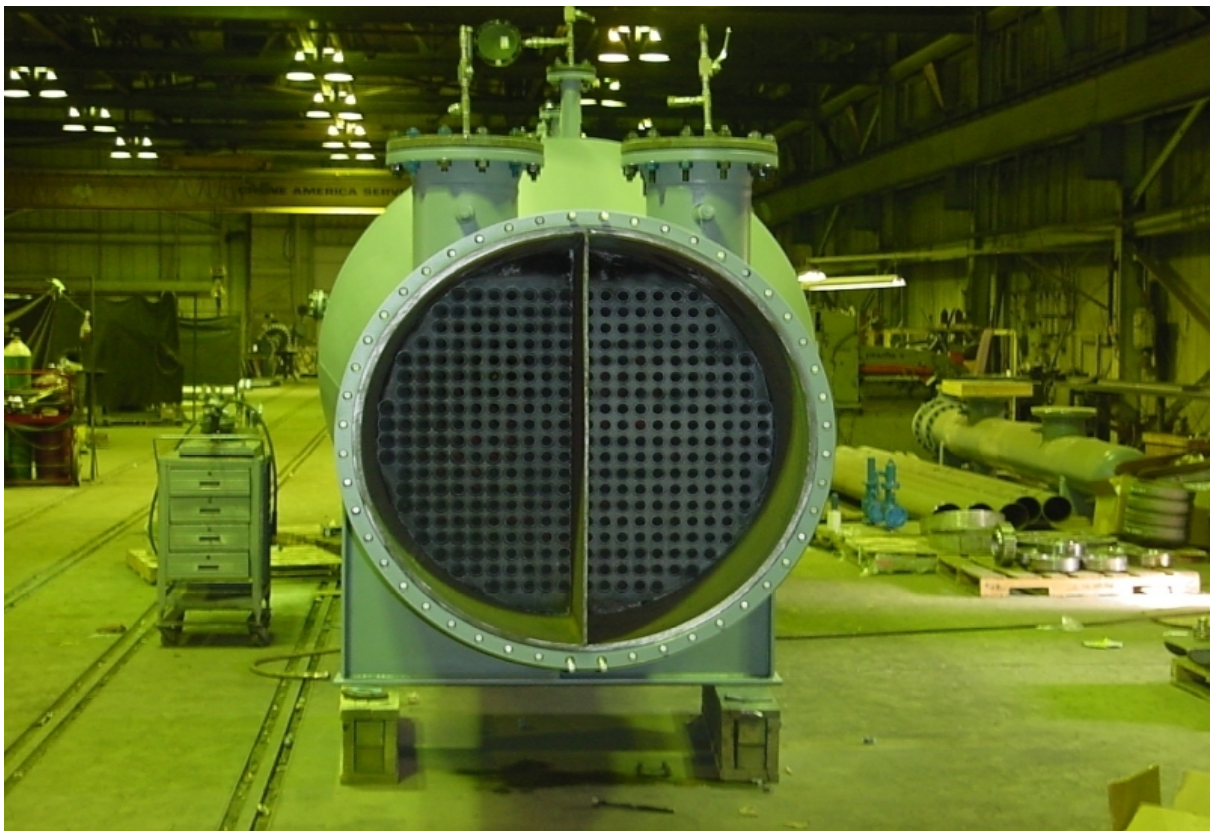
این کندانسور از مخزنی فولادی تشکیل شده است که داخل آن لوله های مسی نصب می شوند. گاز مبرد متراکم وارد محفظه شده و با کویل آب سرد تبادل گرما می کند و با دفع

خود به آب، تقطیر می شود، مایع مبرد در پایین محفظه جمع شده و به طرف اوپراتور جریان می یابد. تمیز کردن این نوع کندانسور با اضافه کردن مواد شیمیایی مخصوص به آب جاری در کویل صورت می گیرد. این مواد شیمیایی رسوبات تشکیل شده در دیواره های داخلی کویل را می زدایند.



کندانسور پوسته و لوله :

این نوع کندانسورها نیز دارای یک محفظه هستند که داخل آن لوله های افقی وجود دارد . مبرد داخل محفظه بوده و آب خنک در داخل لوله های افقی حرکت داده می شود. در این کندانسورها لوله های صاف یا پره دار در داخل دو صفحه سوراخدار که در دو طرف پوسته نصب شده اند با فشار اتصال داده شده و آب بندی شده اند. رسوب گیری از لوله های این کندانسور با باز کردن درپوش های مسی که توسط پیچ و مهره در دو طرف محفظه نصب شده اند انجام می شود.



محاسبه و طراحی کندانسور

ضریب یکی از انتقال برای اوپراتور یا کندانسور به صورت یک عدد ثابت ارائه می شود که پس از ضرب کردن آن در سطح انتقال حرارت و اختلاف درجه حرارت میانگین بین سیالات، شدت انتقال حرارت محاسبه می شود:

$$Q = h_o A_o (t_o - t_{os}) / I$$

$$Q = (k/x) A_m (t_{os} - t_{is}) / I$$

$$Q = h_i A_i (t_{is} - t_i) / I$$

برای نوشتن ضریب یکی از انتقال حرارت، سطح مبنای ضریب باید مشخص شود. روابط مربوط به ضریب یکی از انتقال حرارت عبارتند از:

$$Q = u_o A_o (t_o - t_i) / I$$

$$Q = u_i A_i (t_o - t_i) / I$$

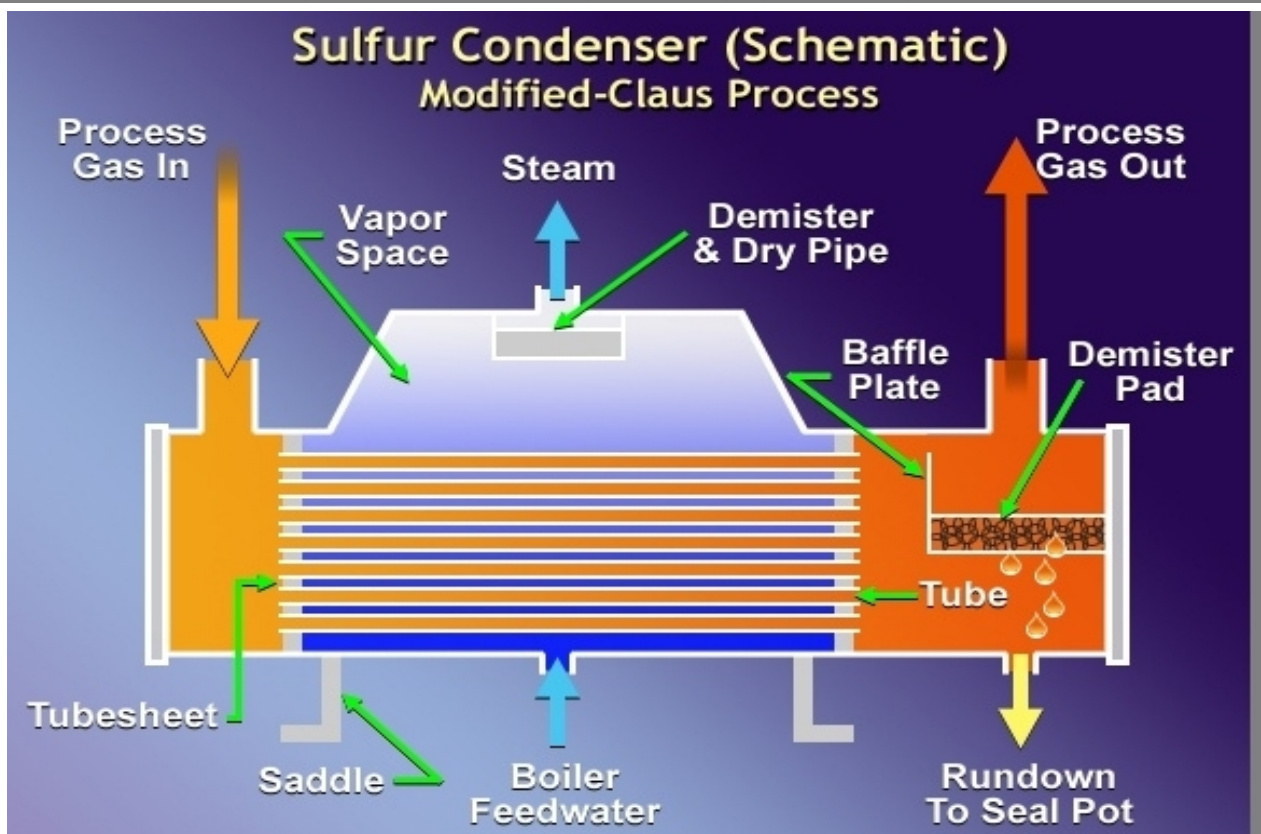
از دو معادله بالا می توان نوشت:

$$U_i A_i \quad \& \quad 1 / U_o A_o$$

مقاومت های کلی در مقابل انتقال حرارت بین آب و مبرد می باشند
غالبا شدت انتقال حرارت در یک کندانسور تابع ظرفیت تبرید و درجه حرارت های تبخیر و تقطیر می باشد. کندانسور باید حرارت جذب شده در کمپرسور و اوپراتور را دفع کند .



Sulfur Recovery Unit - Condensers



نمای داخلی کندانسر واحدهای بازیافت گوگرد پالایشگاه گاز





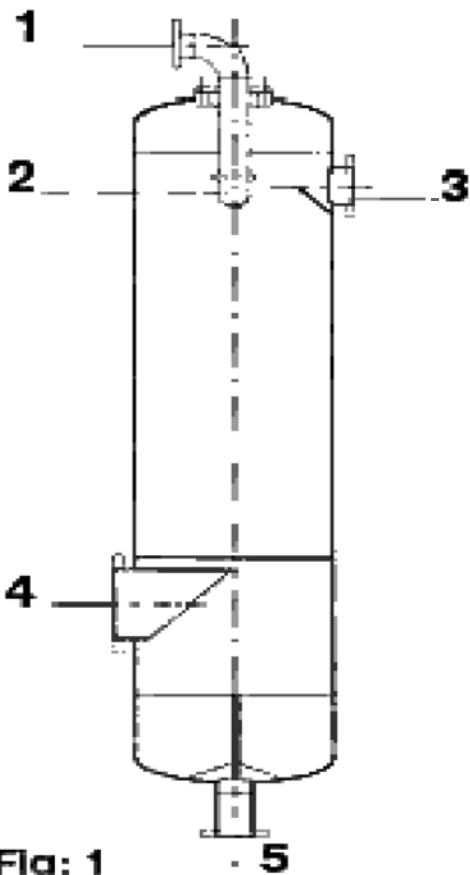
پکیج یونیت با کندانسور آبی و کندانسور هوایی دوپارچه



چیلر تراکمی با کندانسور هوایی



چیلر تراکمی با کندانسور آبی



Spray Condenser

Water inley.1

Spray .2

Incondensables outlet .3

Inlet of humid vapor .4

Condensates outlet .5

Flg: 1

. 5