

طرح و محاسبه کندانسورها

تحول، نوآوری، ساخت و ساز
فناز



مهندس اسماعیل رزمی ●

چکیده:

وظيفة کندانسور در یک سیکل تبرید تراکمی؛ تبدیل گاز مبرد به مایع و باز گرداندن این مایع به سیستم برای تکرار چرخه تبدیل است.

کندانسورها را بر حسب ساختمان آنها به سه دسته تقسیم می کنند که درادامه به تشریح آنها می پردازیم.

- ۱- کندانسورهای هواپی .
- ۲- کندانسورهای آبی .
- ۳- کندانسورهای تبخیری.

کندانسور هوایی:

تبدال گرمایی کندو با دفع گرمای خود به آب، تقطیر می شود. مایع مبرد را پایین محفظه جمع شده و به طرف اوپرатор 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 رامی زدایند.

این کندانسورها یا به روش وزش طبیعی یا با دمک مکانیکی خنک می شوند و بر حسب ساختمان خود به انواع لوله ساده، لوله پره دار، صفحه ای، سری گذرا و موازی گذرا تقسیم می شوند. متدالوں ترین نوع کندانسور هوایی بصورت کویل پره دار است که هوا با فن مینه از عبور داده می شود. هنگام کار کندانسور، گاز داغ از بالا وارد کویل می شود و ضمن تقطیر به داخل مخزن ذخیره مبرد که در زیر کندانسور قرار دارد می ریزد.

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 سوراخار که در دوطرف پوسته نصب شده اند با فشار اتصال داده شده و آب بندی شده اند. رسوب گیری از لوله های این کندانسور با باز کردن در پوش های مسی که توسط پیچ و مهره در دوطرف محفظه نصب شده اند انجام می شود.

کندانسورهای هوایی باید همیشه در محلی که تهويه مناسب دارد نصب شوند تا هوا خنک بتواند به طور مرتب جای هوا گرم شده در کندانسور را بگیرد. این کندانسورها عموماً چند ردیفه ساخته می شوند تا جای کمتری را بگیرند. هوایی که از داخل کندانسور عبور می کند به علت جذب حرارت گرم می شود و بنابراین بازده هر ردیف از کویل ها نسبت به ردیف قبل از خود کمتر خواهد بود.

کندانسور آبی:

محاسبه و طراحی کندانسور:
ضریب یکی از انتقال برای اوپرатор یا کندانسور به صورت یک عدد ثابت ارایه 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:

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

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

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

در رابطه زیر داریم:

$$Q = \text{شدت انتقال حرارت}$$

$$= h_o \cdot \text{ضریب انتقال حرارت در طرف خارج لوله}$$

$$= A_o \cdot \text{سطح خارجی لوله}$$

$$= t_o - \text{درجه حرارت مبرد}$$

$$= t_{os} - \text{درجه حرارت سطح خارجی لوله}$$

$$= k \cdot \text{ضریب هدایت فلز لوله}$$

$$= X \cdot \text{ضخامت لوله}$$

$$= t_{is} - \text{درجه حرارت سطح داخلی لوله}$$

$$= A_m \cdot \text{مساحت محیط میانگین لوله}$$

$$= h_i \cdot \text{ضریب انتقال حرارت در طرف داخل لوله}$$

$$= A_i \cdot \text{سطح داخلی لوله}$$

$$= t_i - \text{درجه حرارت آب}$$

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

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

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

کندانسور دو لوله ای:

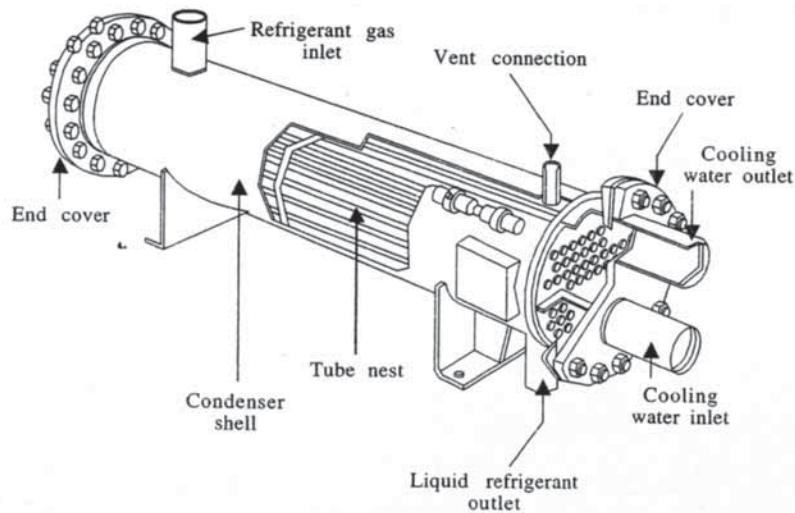
این کندانسور دارای دو لوله هم محور است که یکی از آنها داخل دیگری قرار دارد. آب خنک در لوله داخلی و مبرد در لوله بیرونی که لوله داخلی را در بر گرفته است جریان دارد. این کندانسورها برای واحدهای تهويه و تبریدی که از نظر جا مشکل دارند مناسب هستند و می توان آنها را بصورتهای افقی، عمودی یا مایل نصب کرد. انتخاب جنس لوله های این نوع کندانسورها به نوع مبرد و شرایط دمایی و فشاری بستگی دارد. عموماً 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:

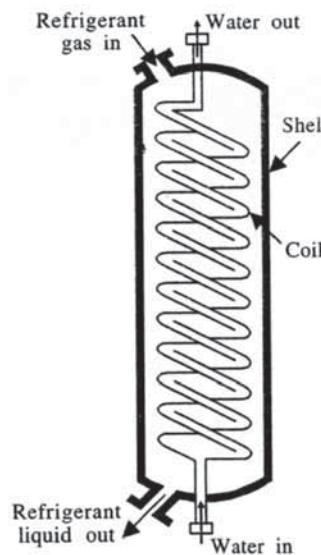
این کندانسور از مخزنی فولادی تشکیل شده است که داخل آن لوله های مسی نصب می شوند. گاز مبرد متراکم وارد محفظه شده و با کویل آب سرد

۳- فرایند ساز

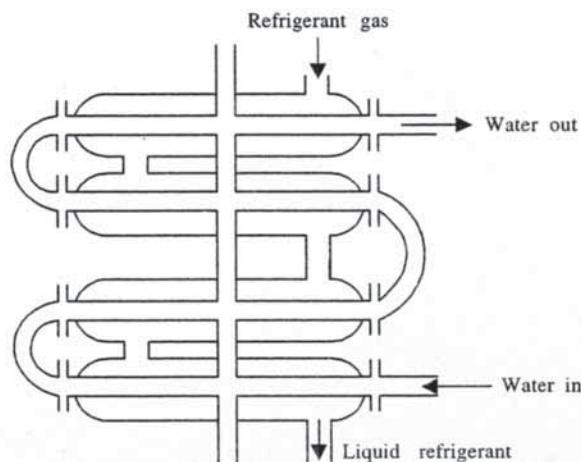
تحویل، نفوذی، ساخت و ساز



Horizontal shell-and-tube condenser.



Shell-and-coil condenser.



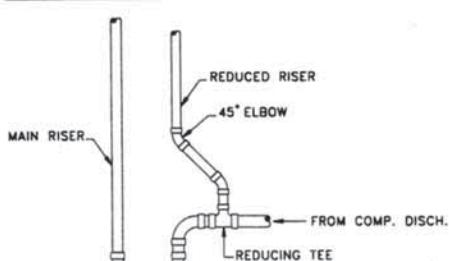
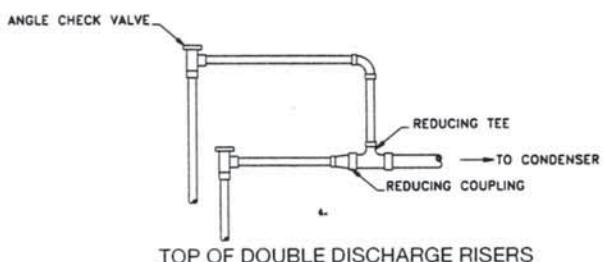
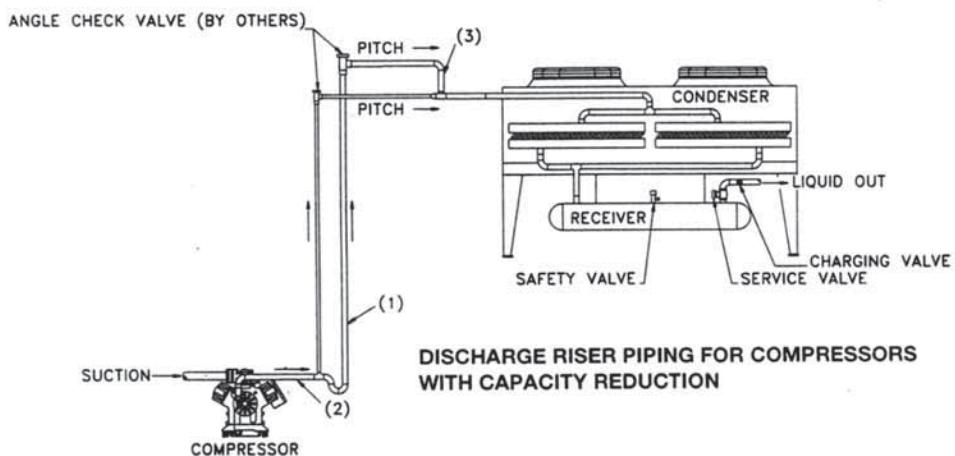
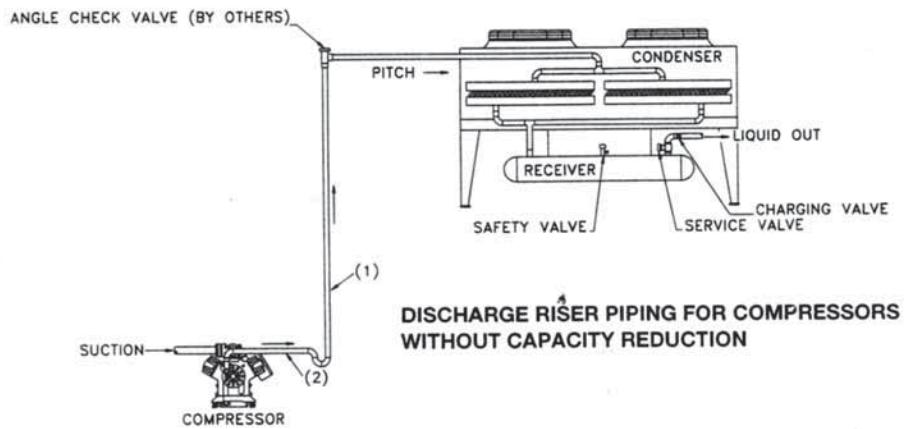
Schematic diagram of a double tube type condenser.

طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی، آتش‌نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند

تلفن: ۷۷۵۳۲۲۸ - ۷۷۵۳۷۷۹ - ۷۷۵۳۱۵۰ - ۷۷۵۳۴۱۶۷

Piping Detail

تولید، نهادنی، ساخت و ساز



طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی، آتش‌نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند

تلفن : ۷۷۵۳۲۲۸۰ - ۷۷۵۳۷۳۷۹ - ۷۷۵۳۱۵۴۰ دورنگار : ۷۷۵۳۴۱۶۷

$$g = \text{شتاب ثقل}$$

$$\rho = \text{جرم مخصوص بخار تقطیر شده}$$

که در آن U_0 ضریب کلی انتقال حرارت بر اساس سطح خارجی و U_i ضریب کلی انتقال حرارت بر اساس سطح داخلی هستند.

$$H_{fg} = \text{حرارت نهان تبخیر}$$

$$\mu = \text{لزجت بخار تقطیر شده}$$

$$\Delta t = \text{اختلاف درجه حرارت بین بخار و صفحه}$$

همچنین ضریب تقطیر میانگین روی صفحه‌ای با ارتفاع L برابر است با:

$$h_{cv} = \frac{\int h_{cv} dx}{L} = 0.943 \left(\frac{g \rho^2 h_{fg} k^3}{\mu \Delta t L} \right)^{0.25}$$

معادله ضریب تقطیر میانگین برای بخار تبخیر تقطیر شده روی لوله‌های افقی

نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$h_{ct} = 0.775 \left(\frac{g \rho^2 h_{fg} k^3}{\mu \Delta t N D} \right)^{0.25}$$

که در آن N ؛ تعداد لوله‌ها در یک ردیف قائم و D قطر خارجی لوله است.

ضریب رسوب:

پس از گذشت مدت زمانی از کار کندانسور آبی مقدار ضریب انتقال حرارت آن، U ، کمی کاهش می‌یابد. علت این امر افزایش مقاومت حرارتی طرف آب کندانسور به علت رسوب حاصل از ناخالصی‌های موجود در آب برج خنک کننده می‌باشد. مقدار ضریب کندانسور توسط کارخانه سازنده آن اعلام می‌شود ولی معمولاً مقدار برای این ضریب در نظر گرفته می‌شود.

ما فوق داغ زدایی : (Desuperheating) هرچند مبرد در فشار ثابت تقطیر می‌شود ولی درجه حرارت آن فقط در قسمت تقطیر ثابت می‌ماند. شکل زیر ناحیه ما فوق داغ زدایی را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌شود؛ پروفیل درجه حرارت در قسمت ما فوق داغ زدایی منحرف می‌شود. از طرف دیگر از درس‌های انتقال حرارت می‌دانیم که اختلاف درجه حرارت بین مبرد و سیال خنک کننده از

از دو معادله بالا داریم: $u_i A_i = u_o A_o$

از معادلات قبل نیز می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} & \frac{Q}{h_o A_o} + \frac{Q}{k A_m} + \frac{Q}{h_i A_i} \\ &= (t_o - t_{os}) + (t_{os} - t_i) + (t_{is} - t_i) \\ &= (t_o - t_i) \\ &= \frac{Q}{u_o A_o} = \frac{Q}{u_i A_i} \end{aligned}$$

با حذف Q از رابطه فوق معادله زیر حاصل می‌شود:

$$\frac{1}{u_o A_o} = \frac{1}{u_i A_i} = \frac{1}{h_o A_o} + \frac{x}{k A_m} + \frac{1}{h_i A_i}$$

$$\frac{1}{u_o A_o}, \frac{1}{u_i A_i}$$

مقاآمت‌های کلی در مقابل انتقال حرارت بین آب و مبرد می‌باشد. غالباً شدت انتقال حرارت در یک کندانسور تابع ظرفیت تبرید و درجه حرارت‌های تبخیر و تقطیر می‌باشد. کندانسور باید حرارت جذب شده در کمپرسور و اولپراتور ادفع کند.

ضریب تقطیر:

معادله اصلی برای محاسبه ضریب موضعی انتقال حرارت بخار تقطیر شونده روی یک صفحه عمودی توسط ناسلت (Nusseht) به صورت زیر ارایه شده است:

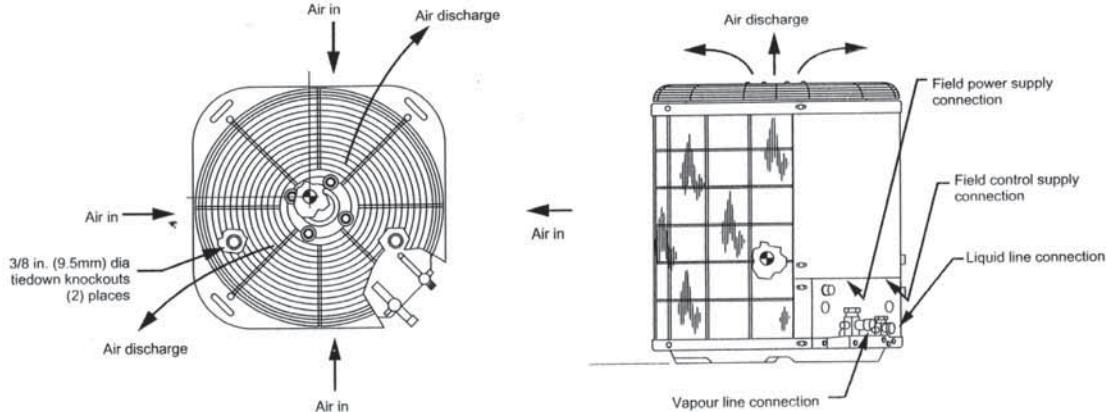
$$h_{cv} \cdot x = \left(\frac{g \rho^2 h_{fg} x^3}{4 \mu k \Delta t} \right)^{0.25}$$

عبارت بکار رفته در این معادله به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$h_{cv} = \text{ضریب تقطیر موضعی روی صفحه قائم}$$

$$x = \text{فاصله قائم اندازه‌گیری شده از بالای صفحه}$$





رابطه زیر بدست می آید:

$$LMTD = \frac{(t_c - t_i) - (t_c - t_o)}{\ln \frac{t_c - t_i}{t_c - t_o}}$$

درجه حرارت تقطیر، درجه حراره رت آب
خرجی از کندانسور می باشد . انحراف پروفیل درجه حرارت در قسمت ما فوق داغ زدایی سبب می شود اختلاف درجه حرارت بین مبرد و سیال

خنک کننده رابطه LMTD صدق نکند. به عبارت دیگر اختلاف درجه حرارت بین مبرد و سیال خنک کننده در ناحیه ماقو داغ زدایی از مقدار محاسبه شده توسط رابطه LMTD بیشتر است ولی معمولاً ضریب جابجایی در این ناحیه از ضریب تقطیر کمتر است ولذا این دو تقریب با هم دیگر خنثی شده و در نتیجه کاربرد معادله LMTD در تمام قسمت های کندانسور نتایج دقیق و منطقی ارائه می کند.



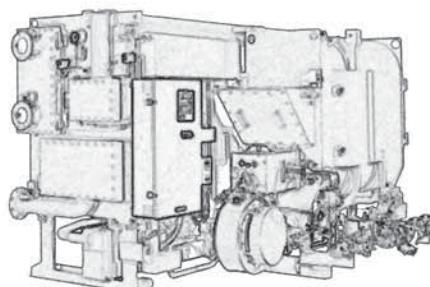
Pars Azarin Markazi

شرکت مهندسی پارس آذربایجان مرکزی (سهامی خاص)

مرکز تعمیرات تخصصی چیلر و سایر دستگاههای سرماساز

(ساخت تابلو هوشمند PLC همراه با قابلیت مانیتورینگ توسط PC جویت انواع پروسوه ها ، چیلر ، بویلر و)

سیستمهای سرمایشی و گرمایشی



تلفن: ۰۸۶۱(۲۲۴۶۰۴۴-۲۲۱۱۳۵۷)

همراه: ۰۹۱۸۸۶۲۲۱۴۳ (نعمتی) - همراه: ۰۹۱۸۸۶۳۹۸۳۸ (نوری)

WWW.PAMCO.IR