

سیستم‌های حرارتی و برودتی

جلسه اول

مدرس: عرفان حقیقت

OWTANA
— TECH —

درباره ما

پروژه‌های صنعتی

پروژه‌های پژوهشی

آموزش و تدریس

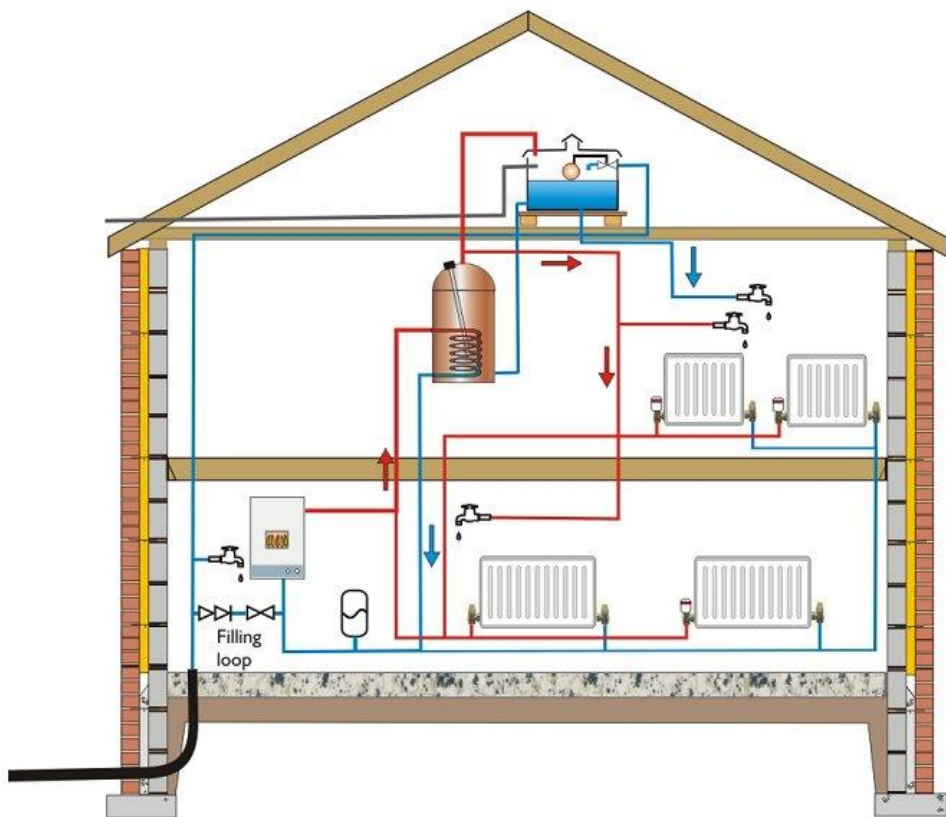
دوره رایگان
2 جلسه آموزشی
با ارائه مدرک

پلن پایه: رایگان

پلن حرفه‌ای: -

پلن ویژه: -

مروری بر سیستم‌های گرمایشی ساختمان



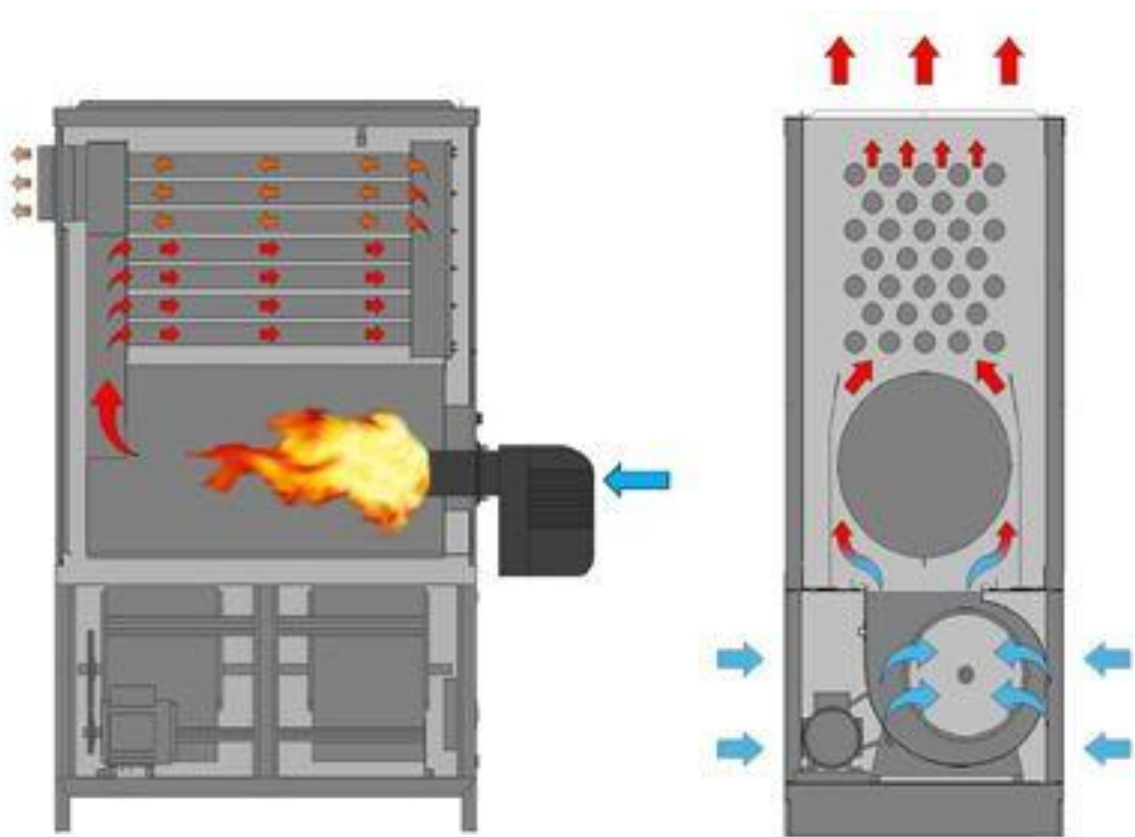
سیستم‌های گرمایشی یکی از اجزای اصلی تأمین آسایش حرارتی در ساختمان‌های مسکونی و تجاری هستند. انتخاب نوع سیستم گرمایشی به عواملی نظیر نوع کاربری، اقلیم و منبع انرژی وابسته است. داده‌های آماری نشان می‌دهند که الگوی استفاده از این سیستم‌ها در بخش‌های مختلف متفاوت است. شناخت این الگوها مبنای طراحی بهینه و کاهش مصرف انرژی محسوب می‌شود.

توزیع سیستم‌های گرمایشی در ساختمان‌ها



در ساختمان‌های تجاری، بویلرها سهم قابل‌توجهی در تأمین گرمایش دارند. در مقابل، ساختمان‌های مسکونی بیشتر از کوره‌های هوای گرم و پمپ‌های حرارتی استفاده می‌کنند. سیستم‌های گرمایش منطقه‌ای و گرم‌کننده‌های موضعی نیز در برخی کاربردها رایج هستند. این تنوع، نتیجه تفاوت در مقیاس، هزینه و شرایط بهره‌برداری است.

گرمایش هوای گرم و گرمایش تابشی

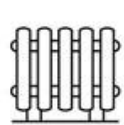


سیستم‌های گرمایش هوای گرم بر انتقال حرارت جابجایی متکی هستند. در این سیستم‌ها، هوا پس از گرم شدن به فضاهای داخلی توزیع می‌شود. در مقابل، گرمایش تابشی با غالب بودن انتقال حرارت تشعشعی عمل می‌کند. انتخاب میان این دو روش به نوع فضا و نیاز حرارتی آن وابسته است.

معیارهای انتخاب سیستم گرمایشی

TYPES OF HEATING SYSTEMS

18 ICONS



CENTRAL
HEATING



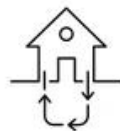
ELECTRIC
BOILER



DUCTLESS
HEATING



GAS
BOILER



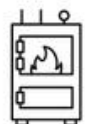
HEAT
PUMP



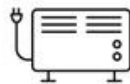
GAS-FIRED
SPACE
HEATER



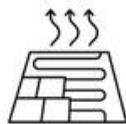
FIREPLACE



SOLID
FUEL
BOILER



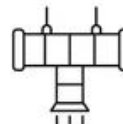
CONVECTOR
HEATER



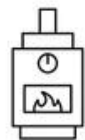
UNDERFLOOR
HEATING



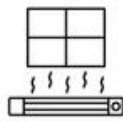
SOLAR
HEATING
SYSTEM



DUCT
HEATER



FURNACE



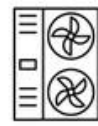
BASEBOARD
HEATER



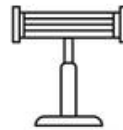
ELECTRIC
FIREPLACE



HEATER



AIR-SOURCE
HEAT
PUMP



INFRARED
HEATER

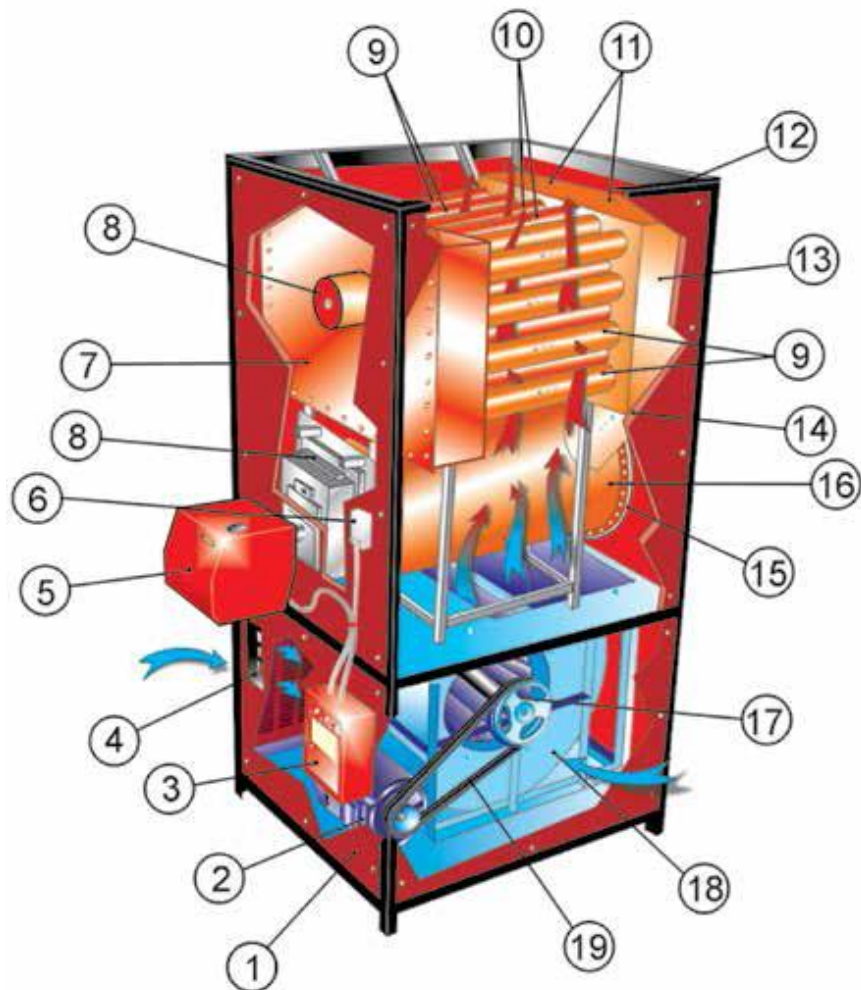
انتخاب سیستم گرمایشی نیازمند بررسی همزمان عوامل فنی و اقتصادی است. شرایط فضا، میزان نفوذ هوا و اندازه سیستم نقش تعیین کننده دارند. دسترسی به منبع انرژی و هزینه سوخت از عوامل کلیدی تصمیم گیری هستند. همچنین الزامات طراحی و عرف های محلی باید مورد توجه قرار گیرند.

کوره‌های هوای گرم و کاربرد آن‌ها



کوره‌های هوای گرم از رایج‌ترین تجهیزات گرمایشی در ساختمان‌ها هستند. این تجهیزات با احتراق مستقیم سوخت یا المنت‌های الکتریکی هوا را گرم می‌کنند. در ساختمان‌های مسکونی ظرفیت آن‌ها معمولاً محدود و در کاربردهای تجاری بزرگ‌تر است. سادگی عملکرد، یکی از مزایای اصلی این سیستم‌ها محسوب می‌شود.

اجزای اصلی کوره گازسوز هوای گرم



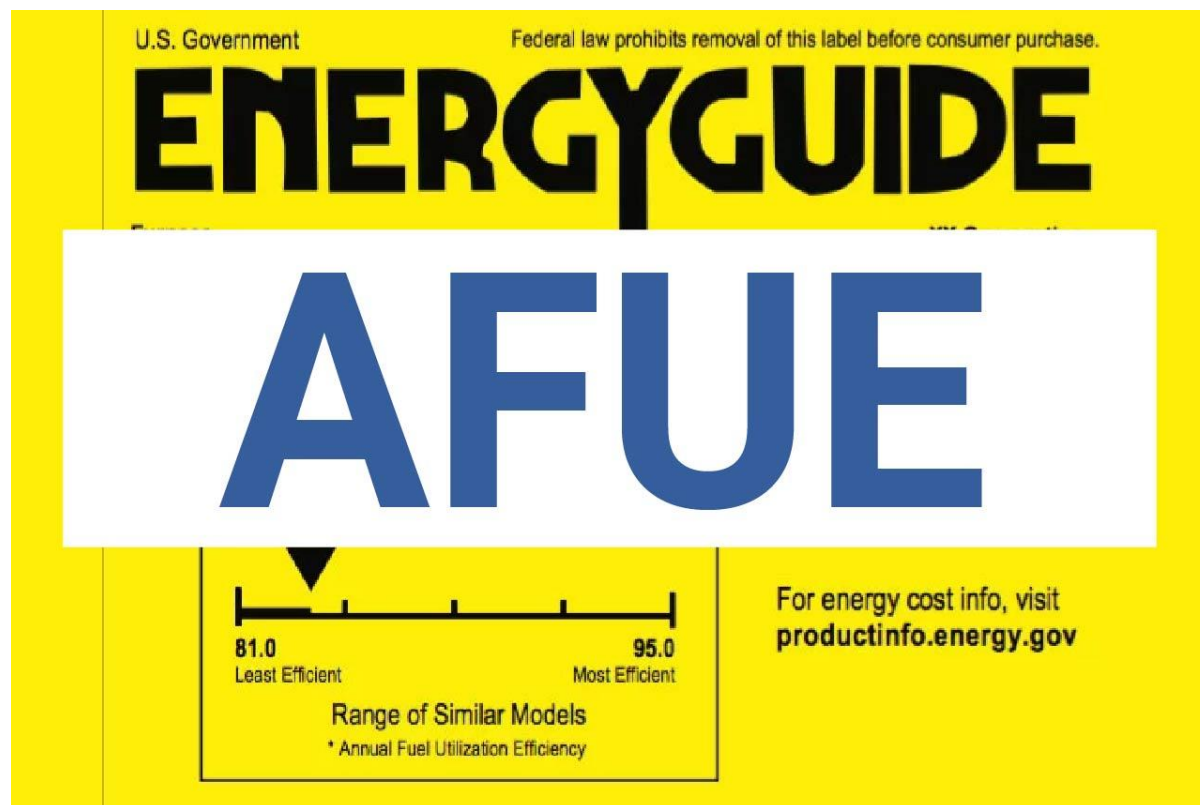
کوره گازسوز شامل مشعل، مبدل حرارتی، فن سیرکولاسیون و سیستم تخلیه دود است. احتراق درون مبدل انجام شده و حرارت به هوای عبوری منتقل می‌شود. فن، هوای گرم را به فضاهای داخلی هدایت می‌کند. فیلتر و پوسته خارجی نقش حفاظتی و بهداشتی دارند.

نحوه عملکرد کوره هوای گرم



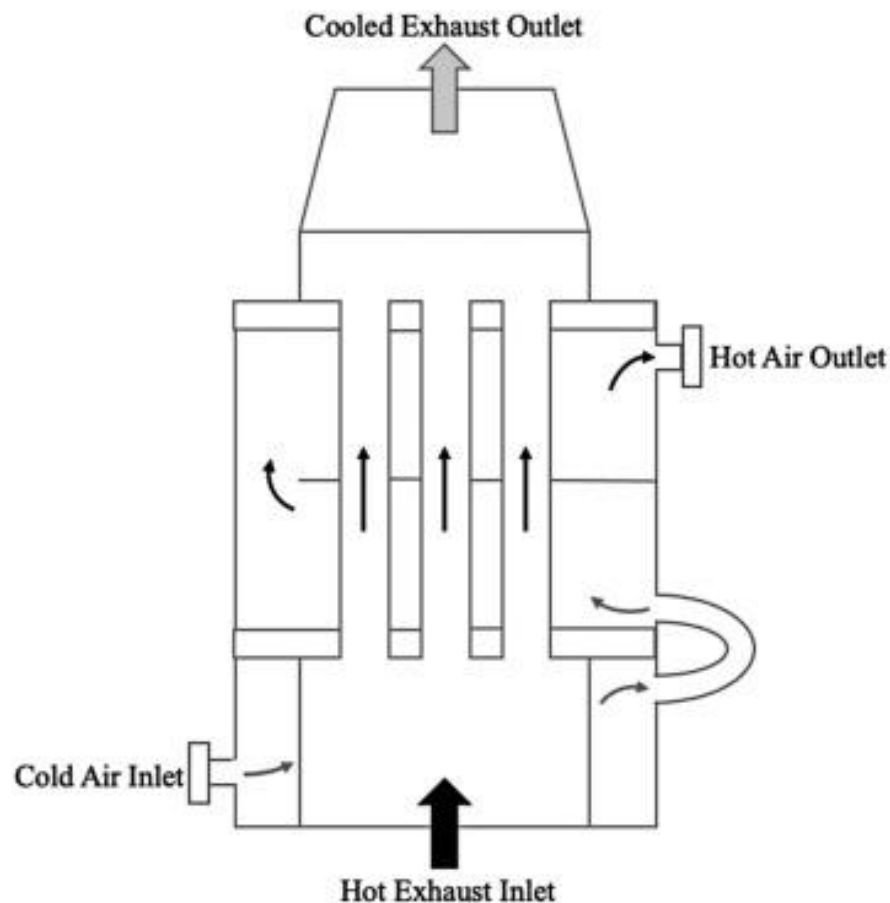
گاز پس از تنظیم فشار وارد مشعل شده و با هوا مخلوط می‌شود. احتراق حاصل، مبدل حرارتی را گرم کرده و هوا از روی آن عبور می‌کند. هوای گرم‌شده به کانال‌های توزیع منتقل می‌شود. کنترل دما معمولاً توسط ترموستات اتاقی انجام می‌گیرد.

شاخص‌های عملکرد و بازده کوره‌ها



بازده حرارتی، نسبت انرژی مفید خروجی به انرژی ورودی سوخت است. شاخص AFUE عملکرد سالانه کوره را با در نظر گرفتن تلفات نشان می‌دهد. بازده پایدار در شرایط آزمایشگاهی اندازه‌گیری می‌شود. این شاخص‌ها مبنای مقایسه و انتخاب تجهیزات گرمایشی هستند.

بهبود بهره‌وری و صرفه‌جویی انرژی



کوره‌های چگالشی با بازیابی گرمای نهان، بازده بالاتری دارند. سیستم‌های تخلیه اجباری، کنترل بهتری بر احتراق ایجاد می‌کنند. پیش‌گرمایش هوای احتراق و دمپرهای خودکار موجب کاهش تلفات می‌شوند. همچنین سیستم جرقه‌زنی متناوب مصرف سوخت را کاهش می‌دهد.

بویلرهای آب گرم و نقش آن‌ها در گرمایش



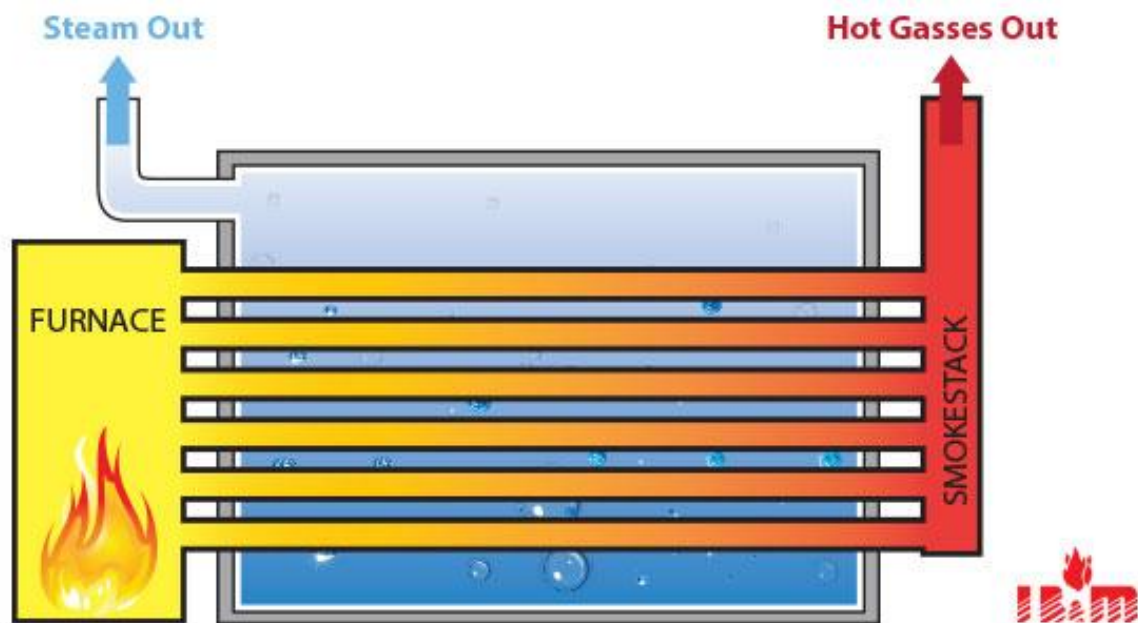
بویلر آب گرم، آب را بدون تبخیر تا دمای مشخصی گرم می‌کند. این تجهیزات مطابق استانداردهای ASME طراحی و ساخته می‌شوند. بویلرها بر اساس فشار، دما و نوع ساختار طبقه‌بندی می‌گردند. در سیستم‌های مرکزی، بویلرها یکی از پایدارترین منابع گرمایش هستند.

فرآیند احتراق در دیگ‌های آب‌گرم



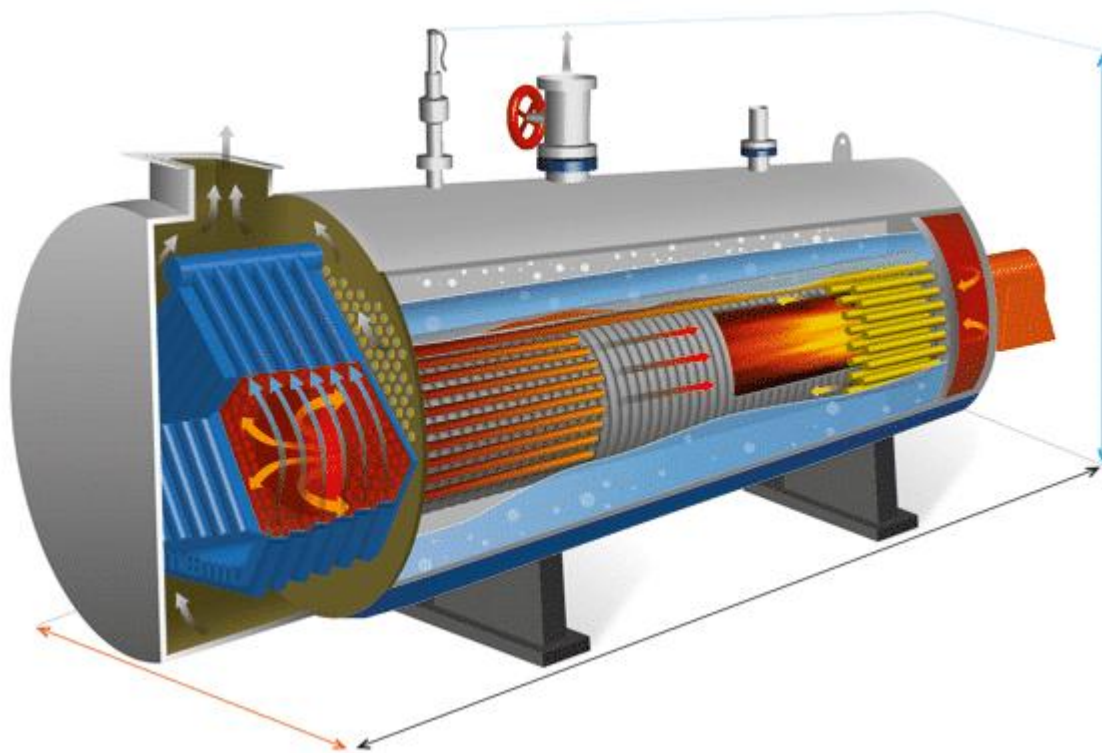
مخلوط هوا و سوخت پس از ورود به محفظه احتراق، توسط سیستم جرقه‌زنی مشتعل می‌شود. با افزایش دمای محفظه، احتراق به صورت خودپایدار ادامه می‌یابد. حرارت تولیدشده زمانی پایدار است که از تلفات انتقال حرارت بیشتر باشد. در این شرایط، احتراق بدون نیاز به تحریک خارجی ادامه پیدا می‌کند.

انتقال حرارت در بویلرهای فایرتیوب



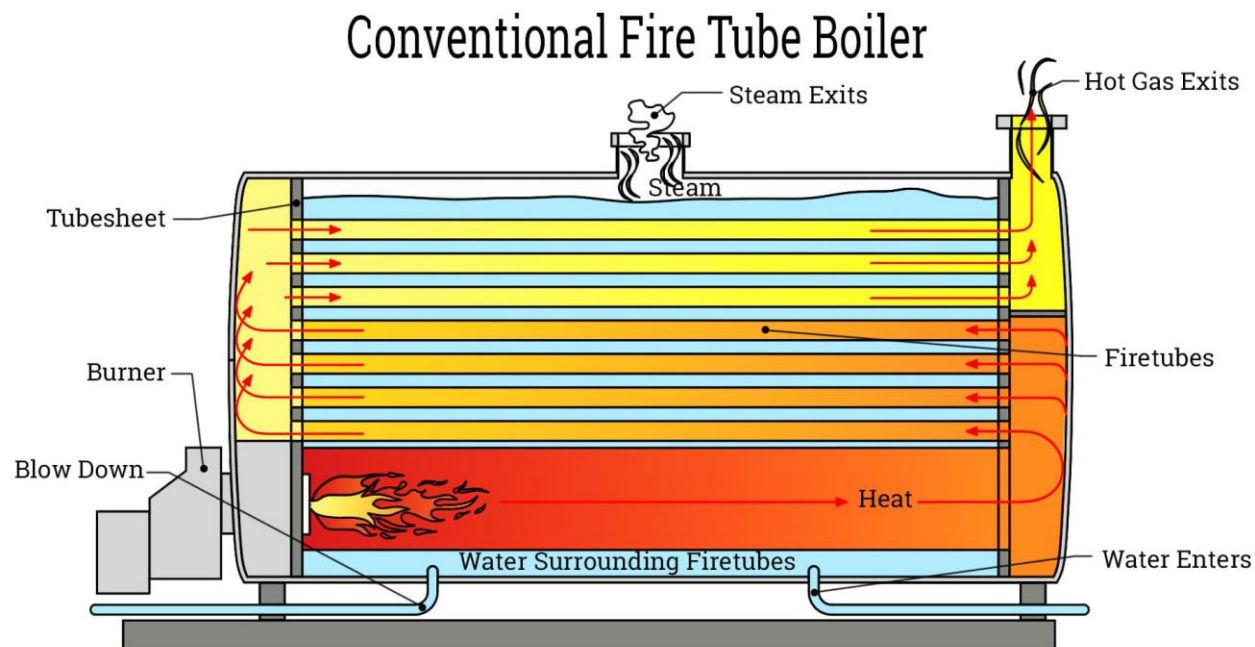
تشعشع مستقیم شعله و دمای بالای محفظه احتراق، حرارت را به دیواره منتقل می‌کند. این دیواره سطح اولیه انتقال حرارت به آب اطراف محسوب می‌شود. گازهای داغ خروجی سپس وارد لوله‌های آتش می‌شوند. در این مسیر، حرارت بیشتری به آب منتقل شده و دمای گاز کاهش می‌یابد.

طراحی مسیر عبور گاز دود



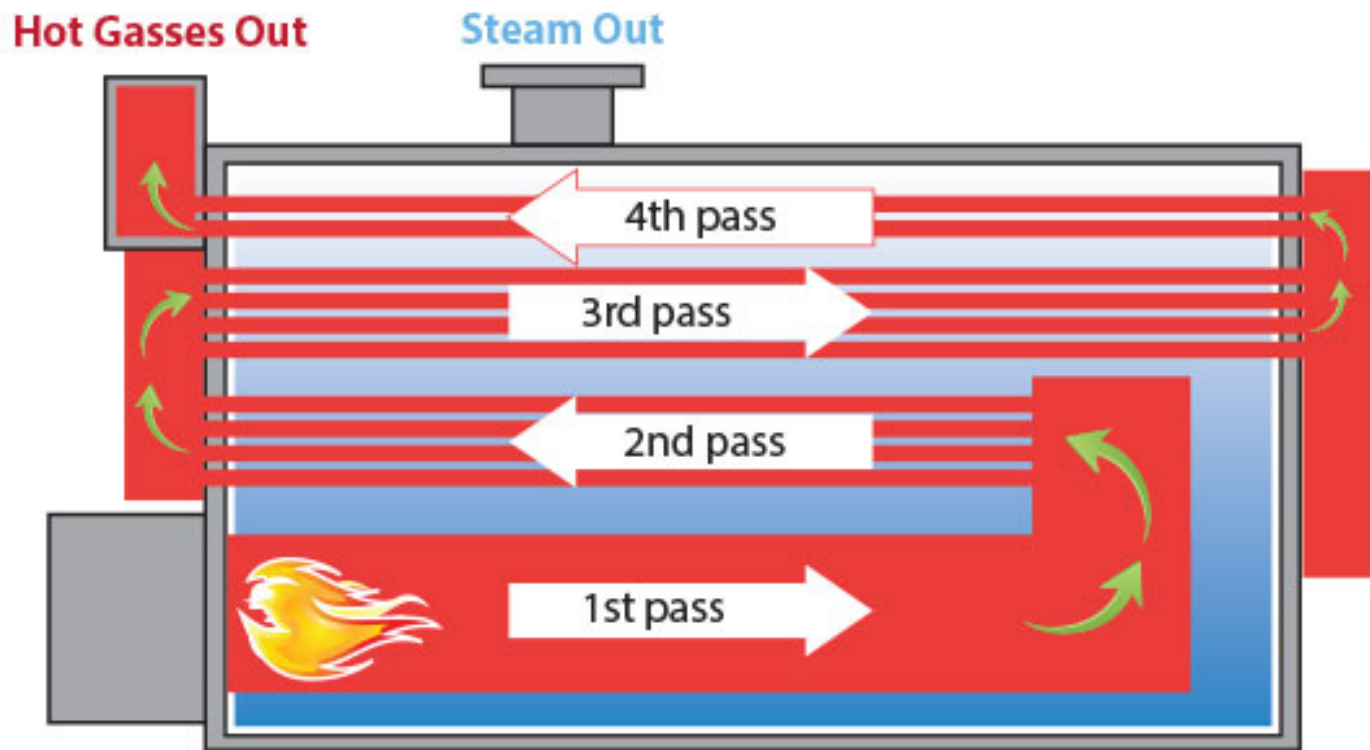
با کاهش تدریجی سطح مقطع مسیر گاز دود، سرعت جریان حفظ می‌شود. این طراحی با انقباض حجمی گاز در اثر کاهش دما هماهنگ است. سرعت یکنواخت گاز، انتقال حرارت مؤثرتر و سطوح تمیزتری ایجاد می‌کند. در نهایت، گاز دود پس از چند پاس حرارتی به دودکش هدایت می‌شود.

گردش آب و جلوگیری از شوک حرارتی



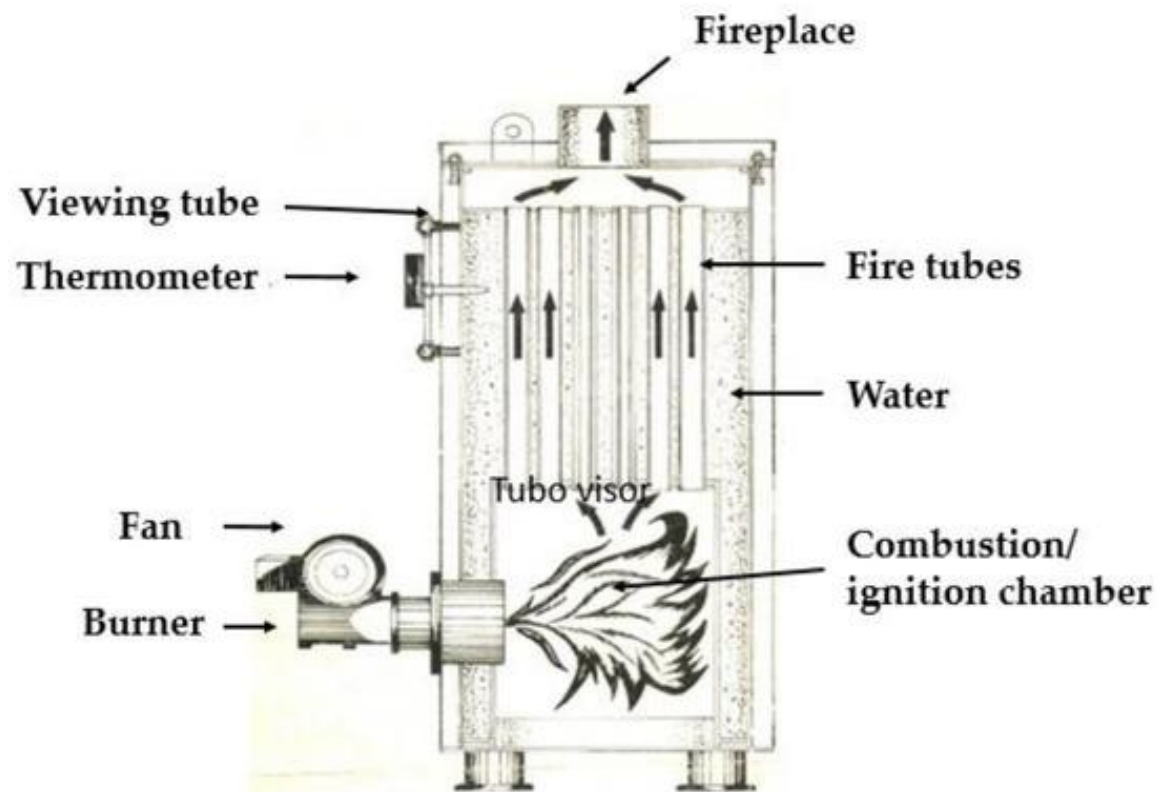
آب برگشتی از پهلوی وارد بویلر شده و به سمت پایین حرکت می‌کند. پس از گرم شدن، آب داغ به سمت بالا صعود کرده و به سیستم توزیع می‌شود. این آرایش مانع تماس مستقیم آب سرد با محفظه احتراق می‌گردد. در نتیجه، خطر شوک حرارتی و تنش سازه‌ای کاهش می‌یابد.

ویژگی‌های سازه‌های بویلر اسکاتچ مارین



بویلر اسکاتچ مارین معمولاً دارای چهار پاس گاز دود است. کاهش تدریجی سطح عبور گاز باعث افزایش راندمان انتقال حرارت می‌شود. سطح حرارتی کافی، عامل کلیدی ظرفیت و طول عمر بویلر است. کمبود سطح حرارتی منجر به شار حرارتی بالا و کاهش عمر تجهیز می‌شود.

سیستم دمش اجباری در بویلرها



در سیستم دمش اجباری، فن هوا را مستقیماً به محفظه احتراق وارد می‌کند. این فن همچنین گازهای احتراق را از لوله‌های آتش عبور می‌دهد. کنترل دقیق دبی هوای احتراق باعث بهبود راندمان می‌شود. قرارگیری فن در ناحیه هوای سرد، کنترل پایدارتر را فراهم می‌کند.

بویلرهای چدنی سکشنال



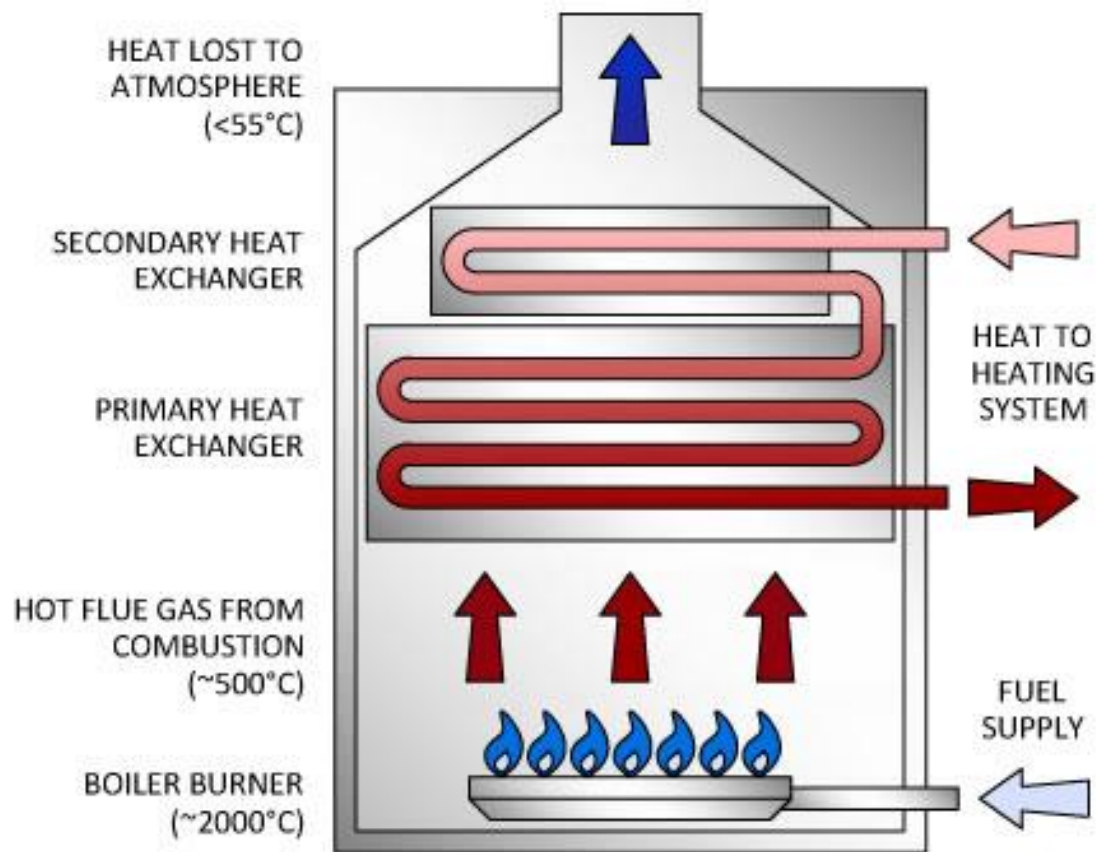
بویلرهای چدنی از مقاطع عمودی چدنی تشکیل شده‌اند. جرم حرارتی بالای آنها نوسانات دمایی را کاهش می‌دهد. این ویژگی موجب افزایش طول عمر و مقاومت در برابر خوردگی می‌شود. این نوع بویلرها عمدتاً در ساختمان‌های مسکونی و تجاری کوچک کاربرد دارند.

مشعل‌های گازی و نفت‌سوز



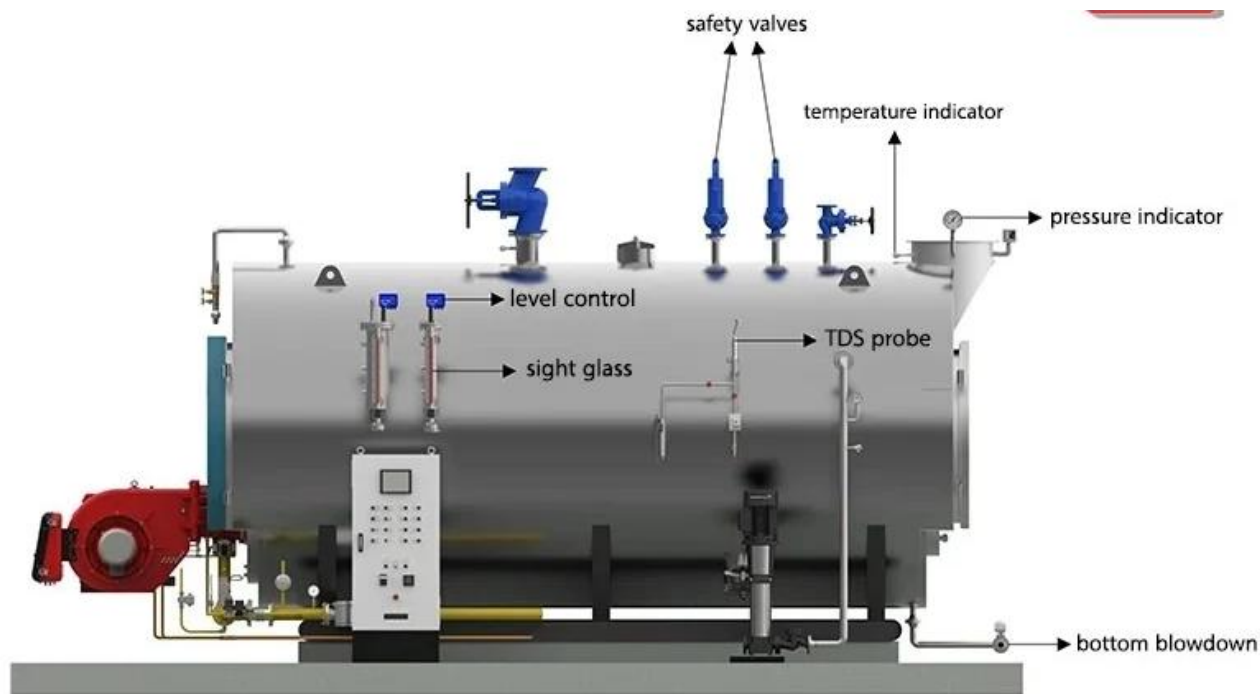
مشعل‌های گازی می‌توانند اتمسفریک یا فن‌دار باشند. در مشعل‌های نفت‌سوز، سوخت باید اتمیزه و تبخیر شود. هوای احتراق به صورت طبیعی یا اجباری تأمین می‌گردد. در بویلرهای بزرگ، مشعل‌های دوگانه گاز-نفت کاربرد گسترده دارند.

بویلرهای چگالشی و غیرچگالشی



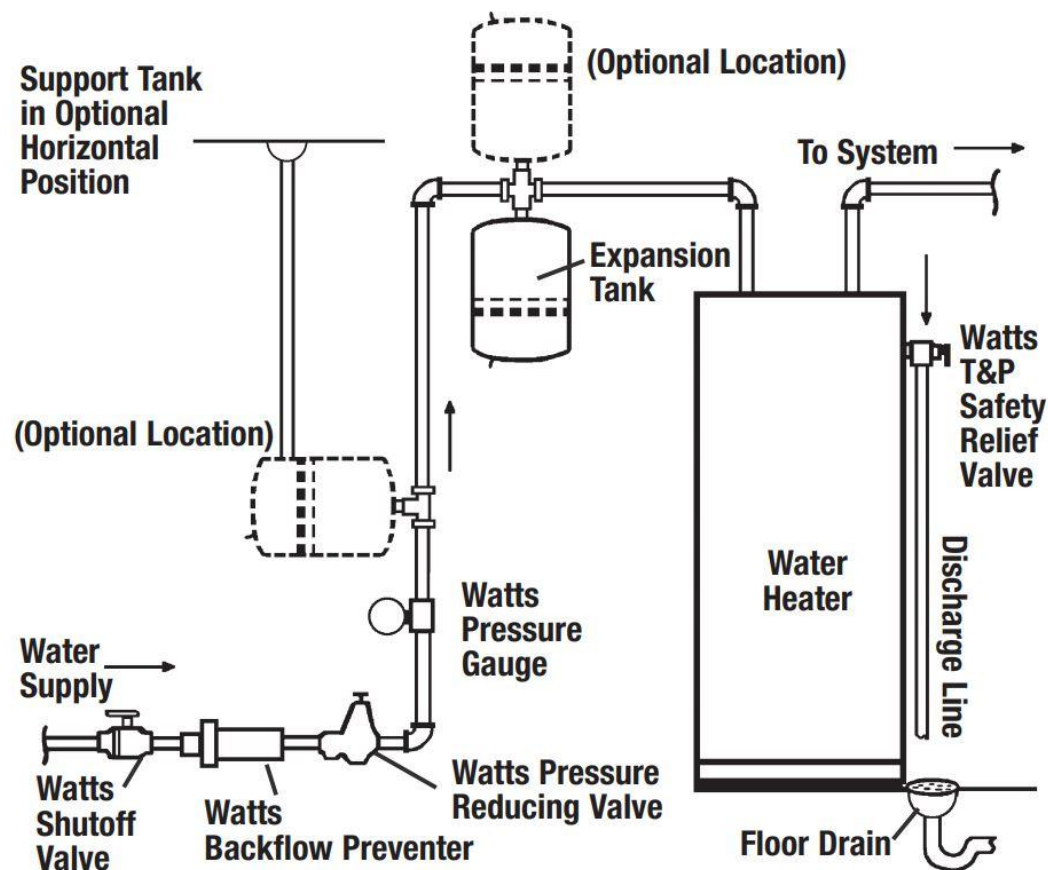
در بویلرهای چگالشی، بخار آب موجود در گاز دود تقطیر می‌شود. گرمای نهان تقطیر مجدداً بازیابی و به آب سیستم منتقل می‌گردد. دمای پایین آب برگشتی، راندمان بازیافت حرارت را افزایش می‌دهد. بویلرهای غیرچگالشی فاقد این قابلیت هستند و راندمان کمتری دارند.

راندمان و کنترل ایمنی بویلرها



راندمان احتراق نسبت حرارت خروجی به انرژی سوخت مصرفی است. کنترل ظرفیت می‌تواند به صورت قطع و وصل، دو مرحله‌ای یا مدوله‌شونده باشد. سیستم‌های ایمنی شامل شیر اطمینان، کنترل دما و آشکارساز شعله هستند. بویلرهای مدرن از کنترلرهای دیجیتال برای ایمنی و بهره‌وری استفاده می‌کنند.

اجزای اصلی سیستم آب گرم دمای پایین



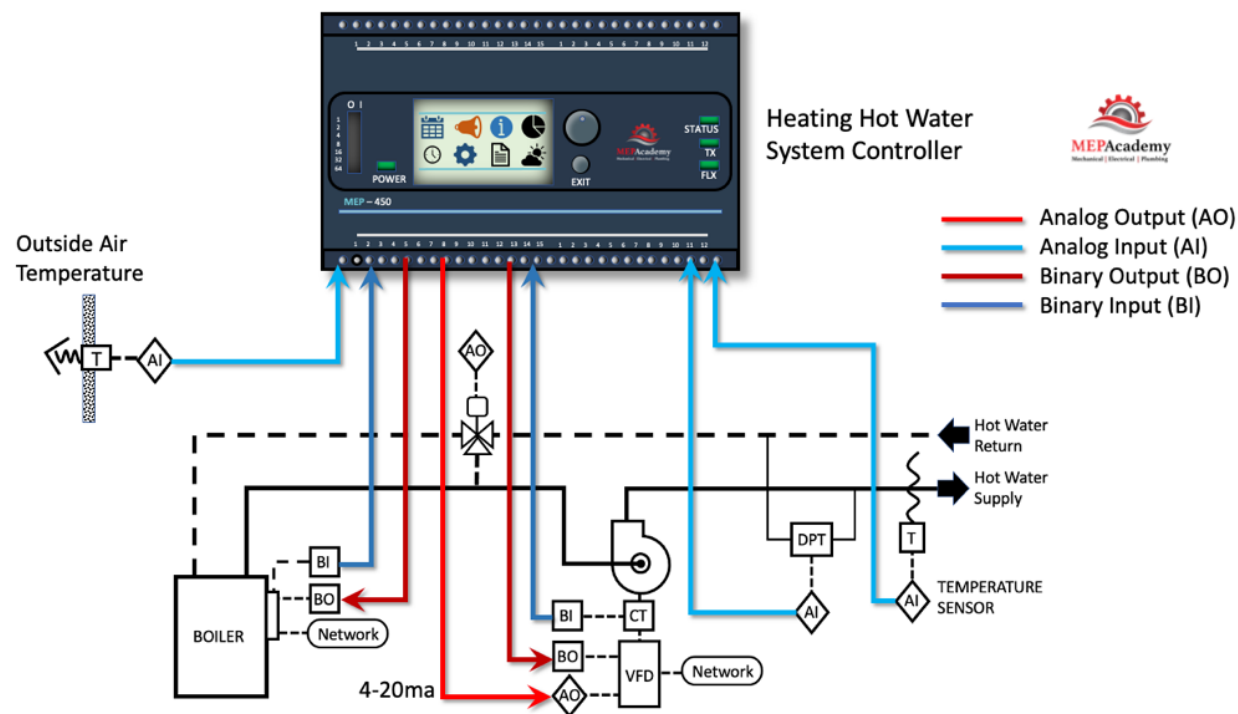
در سیستم‌های کوچک آب گرم دمای پایین، مخزن انبساط باز به‌طور معمول استفاده می‌شود. در سیستم‌های متوسط و بزرگ، مخزن دیافراگمی گزینه‌ای مناسب‌تر است. پمپ‌های سیرکولاسیون اغلب از نوع خطی با هد پایین انتخاب می‌شوند. این انتخاب‌ها با هدف پایداری عملکرد و سادگی بهره‌برداری انجام می‌گیرد.

کنترل بار جزئی در سیستم‌های آب گرم



کنترل بار جزئی معمولاً با تغییر دمای آب رفت
بوiler انجام می‌شود. این تغییر در پاسخ به
نوسانات دمای هوای خارج صورت می‌گیرد. در
شرایط طرح زمستانی، دمای آب رفت در بیشینه
مقدار خود قرار دارد. با افزایش دمای بیرون،
دمای آب رفت به صورت خودکار کاهش می‌یابد.

ریست دمای آب رفت بر اساس دمای بیرون



کنترل دمای آب رفت توسط سنسور خروجی بویلر انجام می‌شود. نقطه تنظیم این سنسور با داده‌های دمای بیرون اصلاح می‌گردد. این فرآیند معمولاً توسط کنترلرهای دیجیتال DDC اجرا می‌شود. نتیجه آن کاهش مصرف انرژی در شرایط بار جزئی است.

کنترل ناحیه‌ای در سیستم‌های حلقه‌ای

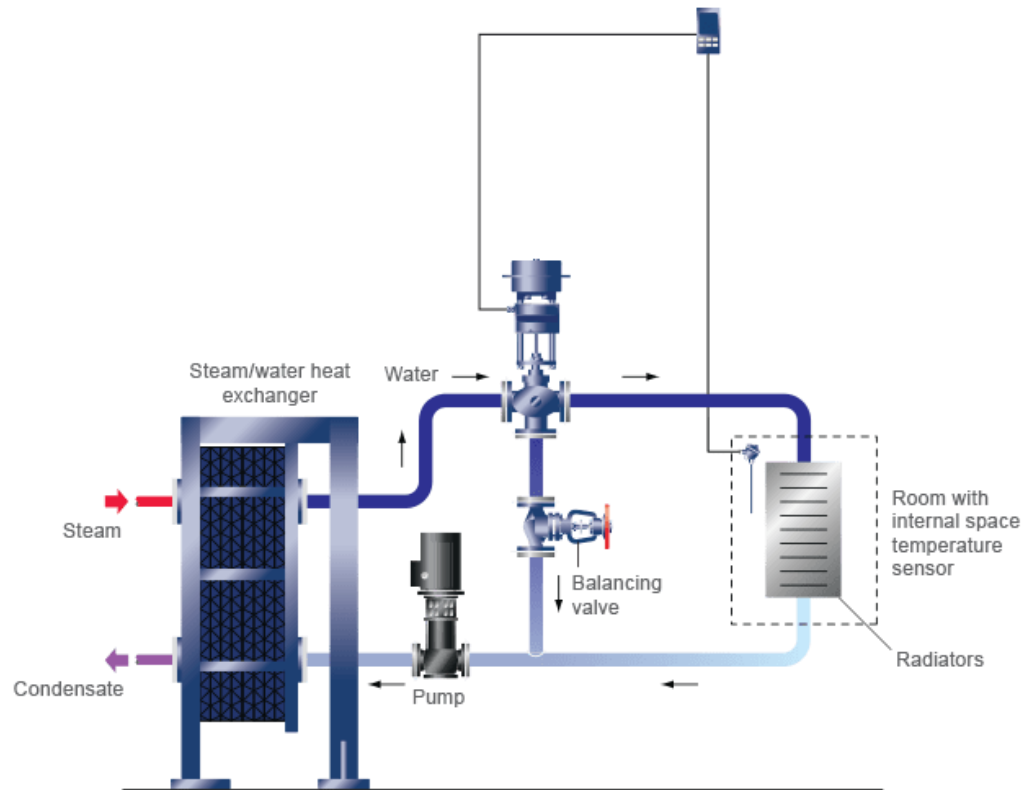
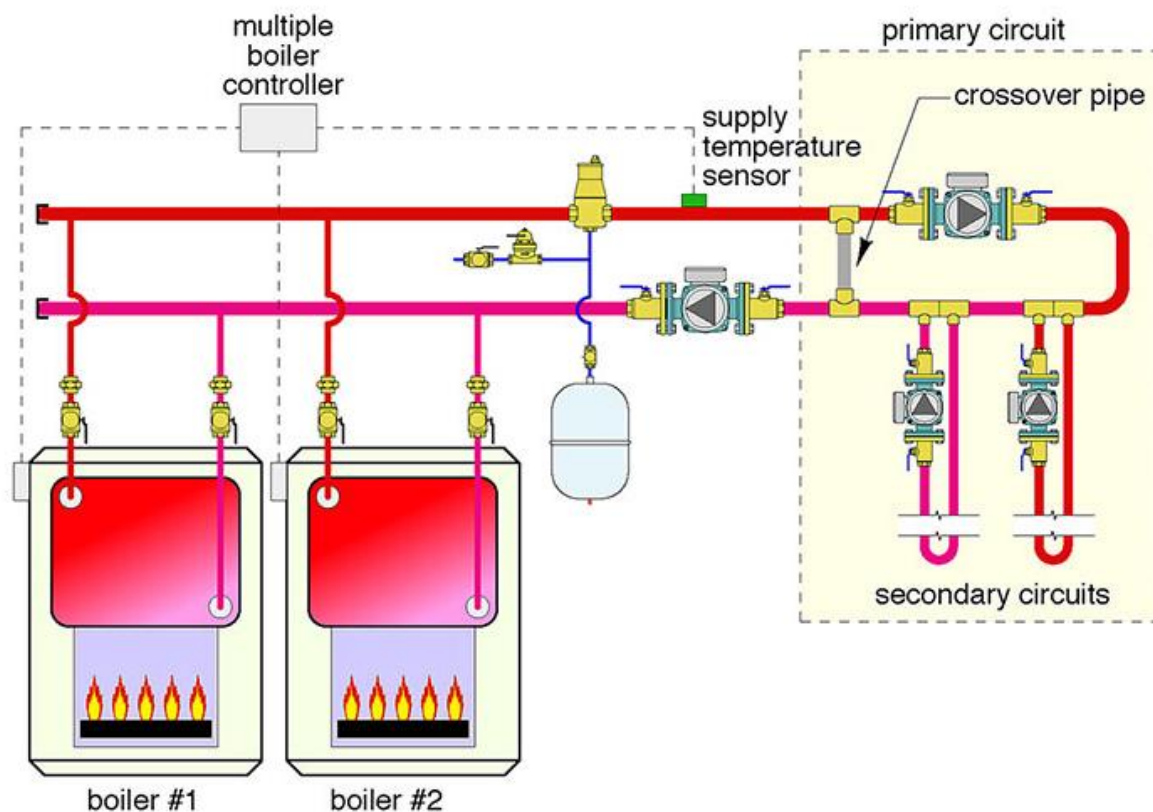


Fig. 5.3.3 Closed loop control system with sensor for internal space temperature

در هر حلقه مستقل، دمای آب برگشتی پایش می‌شود. شیر کنترلی با تغییر دبی جرمی آب، توان گرمایی را تنظیم می‌کند. این روش کنترل، تعادل حرارتی بهتری میان نواحی ایجاد می‌کند. کنترل ناحیه‌ای مانع گرم شدن یا سرد شدن بیش از حد فضاها می‌شود.

کنترل بویلرهای چندگانه



در سیستم‌های دارای چند بویلر، راهبرد روشن و خاموش‌سازی اهمیت دارد. کنترل بهینه با استفاده از کنترلرهای مبتنی بر ریزپردازنده انجام می‌شود. هدف اصلی، پاسخ مناسب به بار حرارتی و کاهش هزینه بهره‌برداری است. استانداردها کاهش خودکار دبی آب هنگام خاموشی بویلر را الزام می‌کنند.

سیستم گرمایش از کف با آب گرم



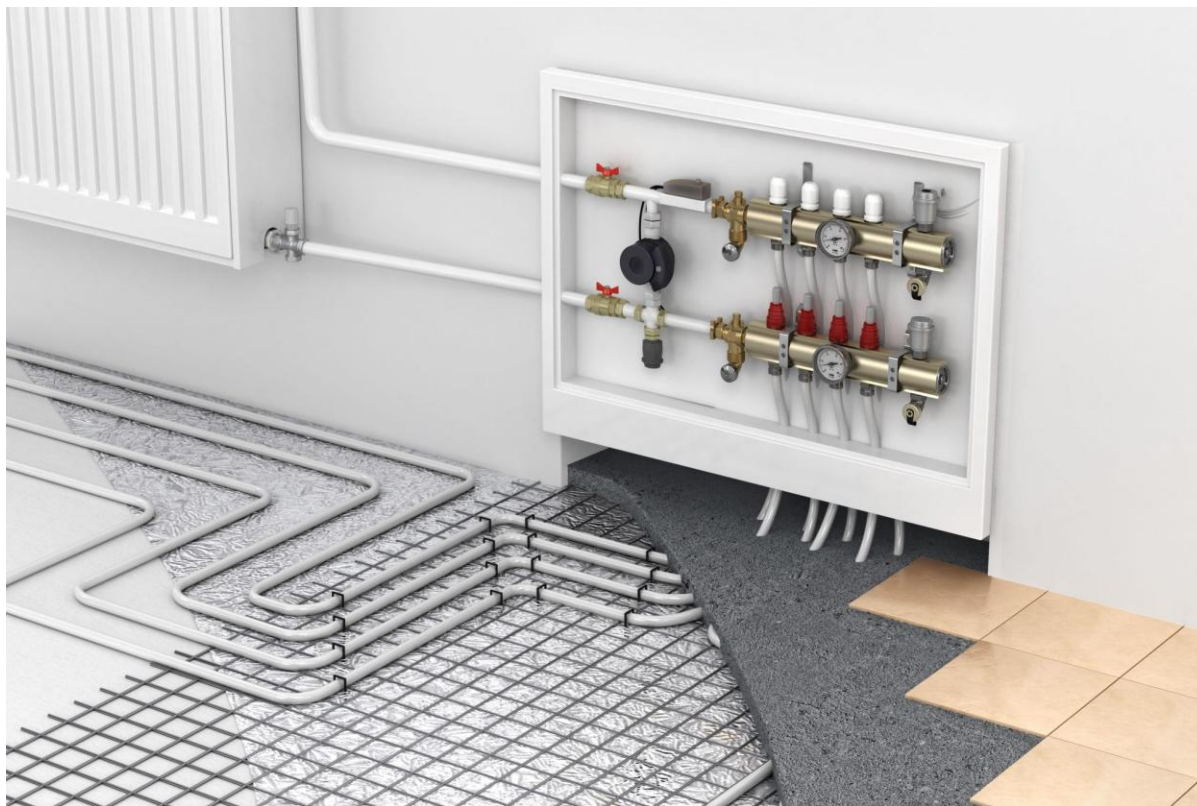
گرمایش از کف تابشی، آسایش حرارتی را عمدتاً از طریق تشعشع تأمین می‌کند. در این سیستم، لوله‌های آب گرم درون دال کف تعبیه می‌شوند. هر حلقه مستقل می‌تواند یک ناحیه کنترلی مجزا ایجاد کند. این سیستم‌ها توزیع دمایی یکنواخت‌تری نسبت به هوای گرم دارند.

ویژگی‌های حرارتی پنل‌های کف



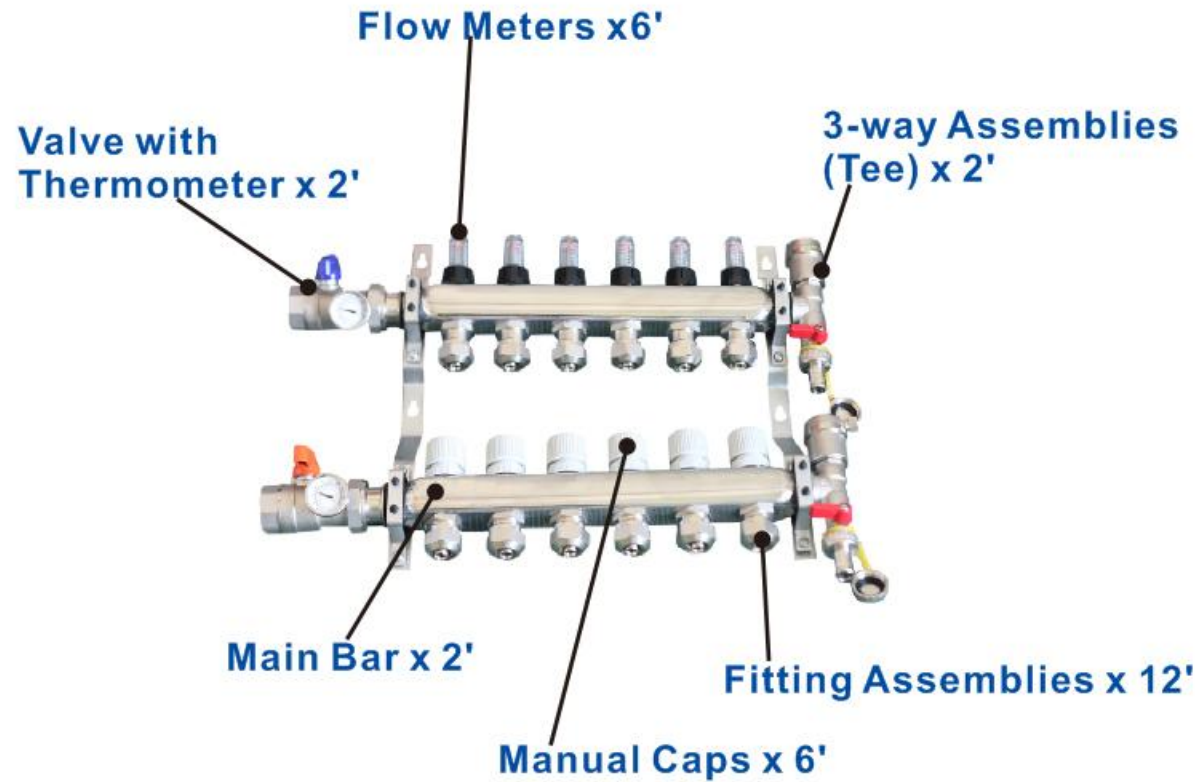
فاصله لوله‌ها و ضخامت دال تأثیر مستقیمی بر پاسخ حرارتی دارند. جرم حرارتی بالای کف باعث پاسخ کند به تغییر بار می‌شود. پوشش کف، مقاومت حرارتی کل سیستم را تغییر می‌دهد. به همین دلیل دمای آب باید متناسب با شرایط تنظیم شود.

انتقال حرارت تابشی و جابجایی



حرارت پنل کف به صورت ترکیبی از تشعشع و جابجایی منتقل می‌شود. تابش به اختلاف دمای سطح کف و سطوح اطراف وابسته است. جابجایی طبیعی ناشی از اختلاف دمای کف و هوای اتاق شکل می‌گیرد. جمع این دو مؤلفه، شار حرارتی نهایی به فضا را تعیین می‌کند.

کنترل پیشرفته گرمایش از کف



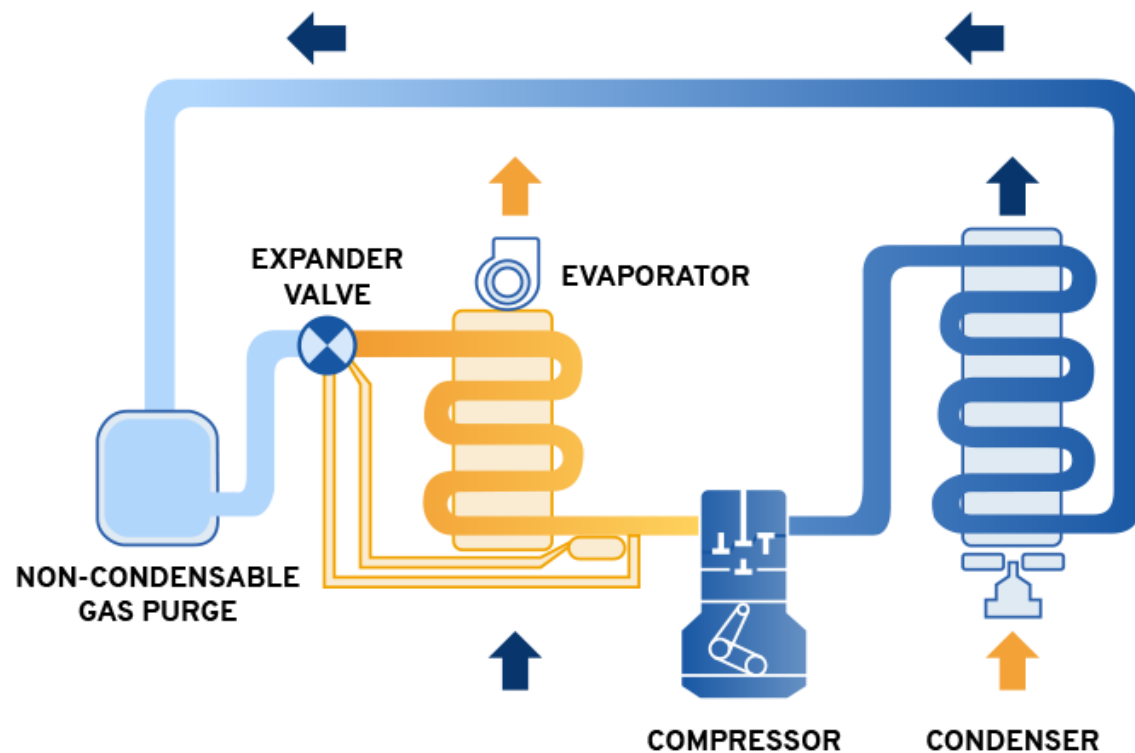
کنترل پالسی ناحیه‌ای، دبی آب را به صورت تناوبی تنظیم می‌کند. در روش پیشرفته‌تر، ریست دمای آب بر اساس دمای بیرون انجام می‌شود. شیر مخلوط‌کن از ورود آب بیش‌ازحد سرد به بویلر جلوگیری می‌کند. این راهبرد ایمن‌تر ولی پرهزینه‌تر است.

گرمایش مادون قرمز و کاربردها



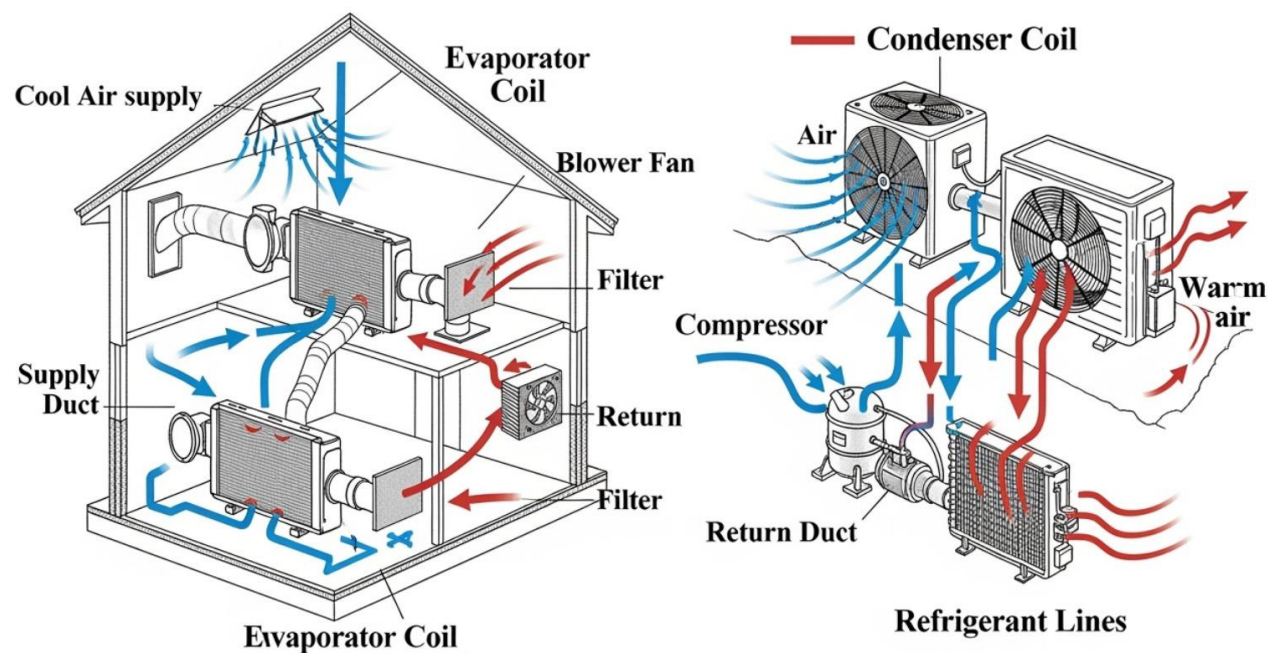
گرمایش مادون قرمز بر انتقال حرارت تشعشعی متمرکز است. این سیستم برای فضاهای بزرگ، باز یا نیمه باز بسیار مناسب است. گرمایش موضعی بدون نیاز به گرم کردن کل هوا انجام می شود. کاربرد آن در سوله ها، انبارها و فضاهای صنعتی گسترده است.

مفهوم و هدف تبرید



تبرید فرآیند استخراج گرما از یک منبع با دمای پایین و انتقال آن به محیطی با دمای بالاتر است. این فرآیند دمای منبع سرد را پایین تر از محیط اطراف نگه می دارد. گرمای استخراج شده به همراه انرژی مصرفی به چاه گرمایی منتقل می شود. تبرید پایه‌ی عملکرد سامانه‌های تهویه مطبوع و سرمایش صنعتی است.

طبقه‌بندی سامانه‌های تبرید



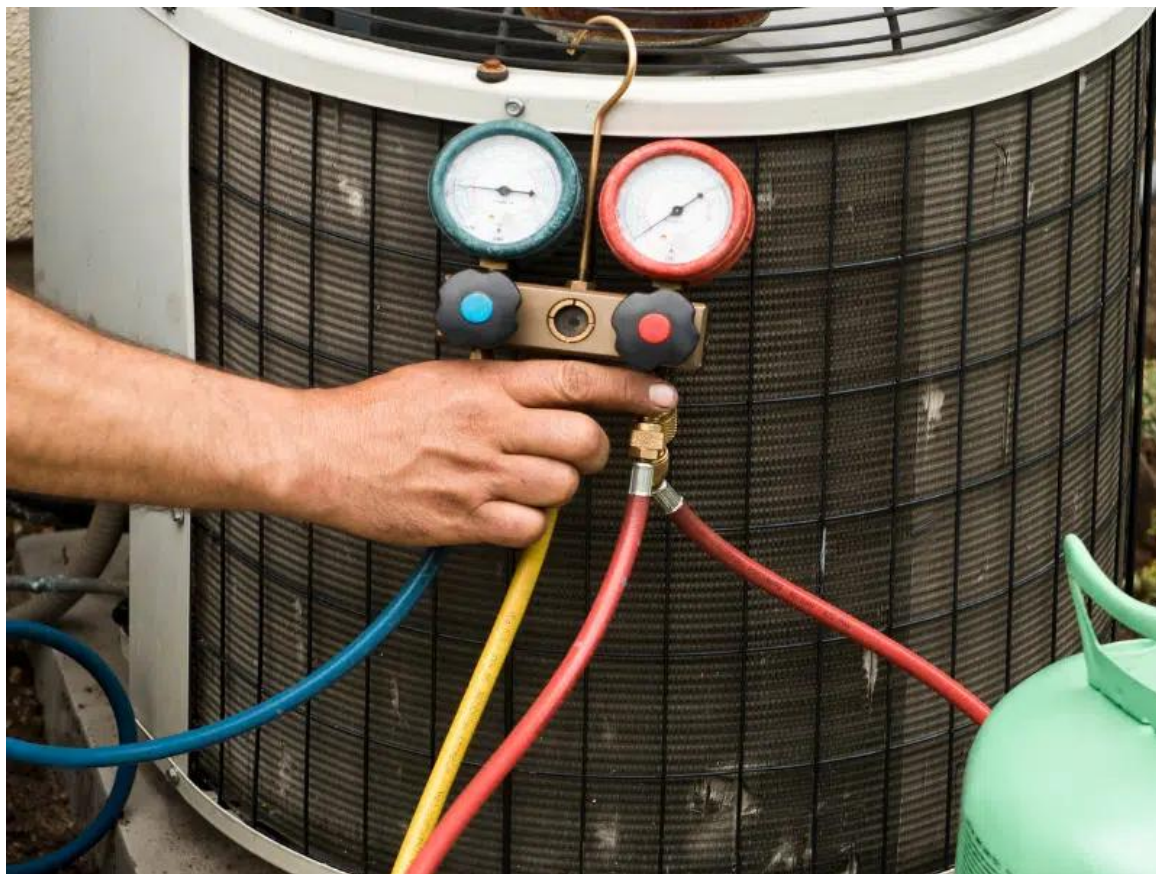
سامانه‌های تبرید بر اساس نوع انرژی ورودی و فرآیند ترمودینامیکی دسته‌بندی می‌شوند. سیستم تراکمی بخار متداول‌ترین روش در تهویه مطبوع است. سیستم جذبی از انرژی حرارتی برای ایجاد اثر تبرید استفاده می‌کند. سیستم انبساط گاز نیز با افت دما در اثر انبساط عمل می‌کند.

مبرد، سیال واسط و جاذب‌ها



مبرد سیال اصلی جذب و دفع گرما در چرخه تبرید است. سیال واسط مانند آب سرد یا گلیکول، سرمایش را به فضاهاى دور منتقل می‌کند. در سیستم‌های جذبی، جاذب مایع بخار مبرد را جذب می‌نماید. لیتیوم بروماید و آمونیاک از جاذب‌های رایج هستند.

مبردهای آیزئوتروپ، نزدیک آیزئوتروپ و زئوتروپ



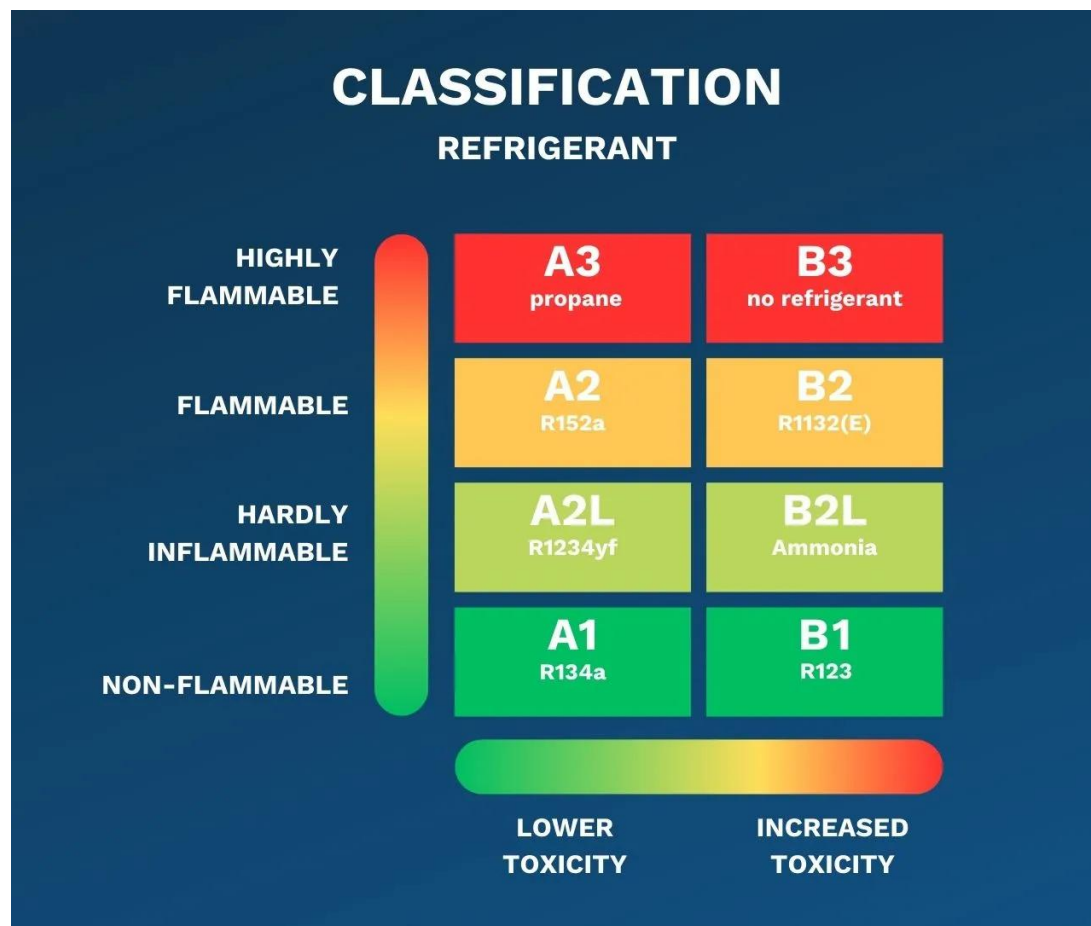
برخی مبردها ترکیب شیمیایی واحد و رفتار یکنواخت دارند. مبردهای آیزئوتروپ در تبخیر و تقطیر تغییر ترکیب نمی‌دهند. مبردهای زئوتروپ دارای لغزش دمایی هستند. لغزش دما نقش مهمی در طراحی و کنترل سیستم دارد.

شماره‌گذاری و شناسایی مبردها



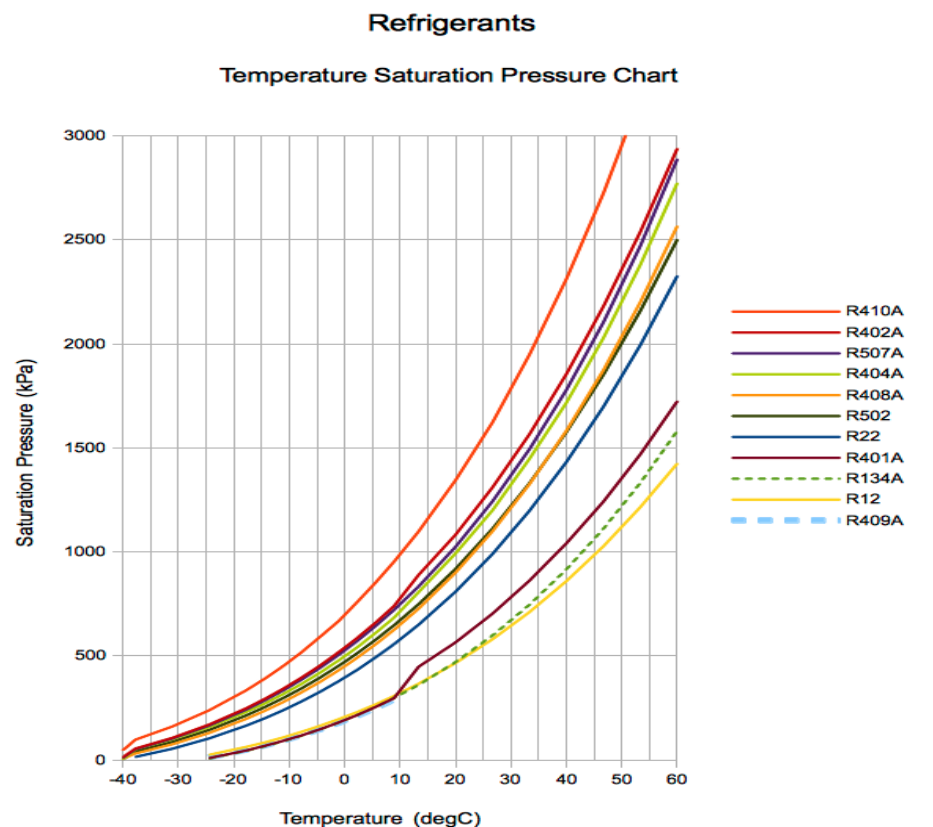
به دلیل پیچیدگی نام‌های شیمیایی، سیستم شماره‌گذاری مبردها توسعه یافت. این سیستم تعداد اتم‌های کربن، هیدروژن و فلوئور را نشان می‌دهد. استاندارد ASHRAE 34 مبنای این نام‌گذاری است. شناخت کد مبرد، اطلاعات ساختاری آن را آشکار می‌سازد.

ایمنی و طبقه‌بندی خطر مبردها



ایمنی مبردها از نظر سمیت و اشتعال‌پذیری ارزیابی می‌شود. استاندارد ASHRAE مبردها را به کلاس‌های A و B تقسیم می‌کند. همچنین اشتعال‌پذیری در سه سطح تعریف می‌شود. ترکیب این دو، گروه ایمنی مبرد را تعیین می‌کند.

ویژگی‌های عملکردی مبردها



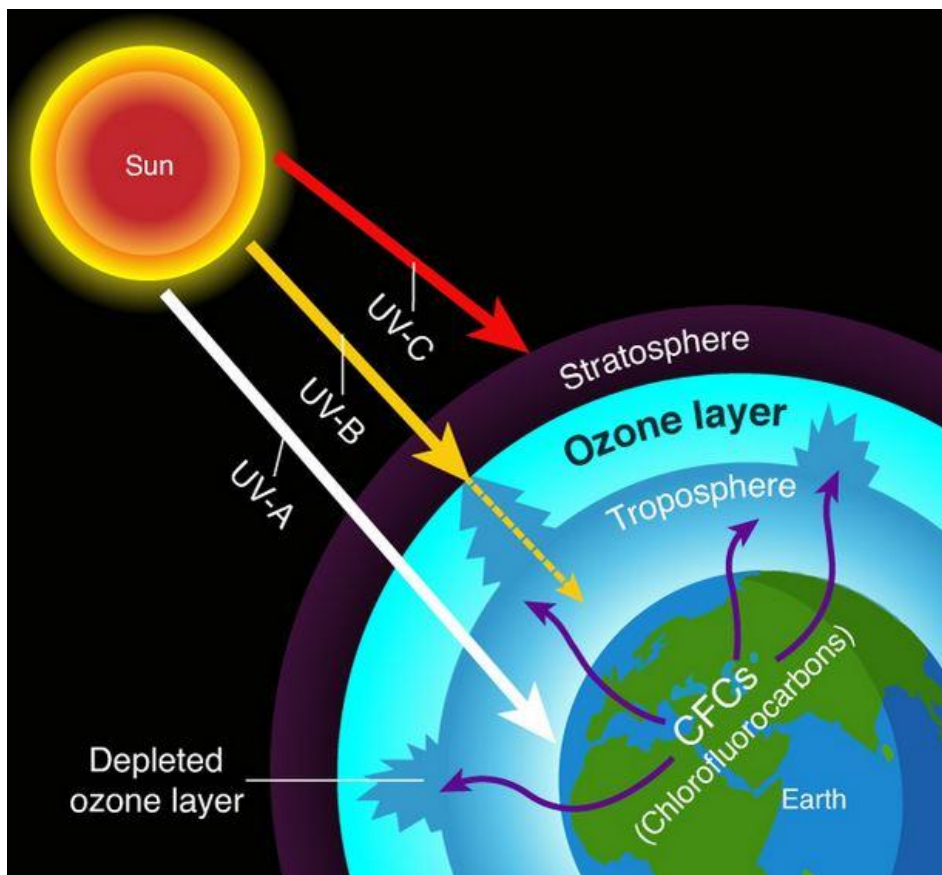
فشار تبخیر و تقطیر بر راندمان سیستم اثر مستقیم دارد. سازگاری روغن و مبرد برای روانکاری کمپرسور ضروری است. رسانایی حرارتی بالا موجب انتقال حرارت بهتر می‌شود. خواص فیزیکی، ابعاد و عملکرد تجهیزات را تعیین می‌کنند.

نشت، تشخیص و بهره‌برداری ایمن



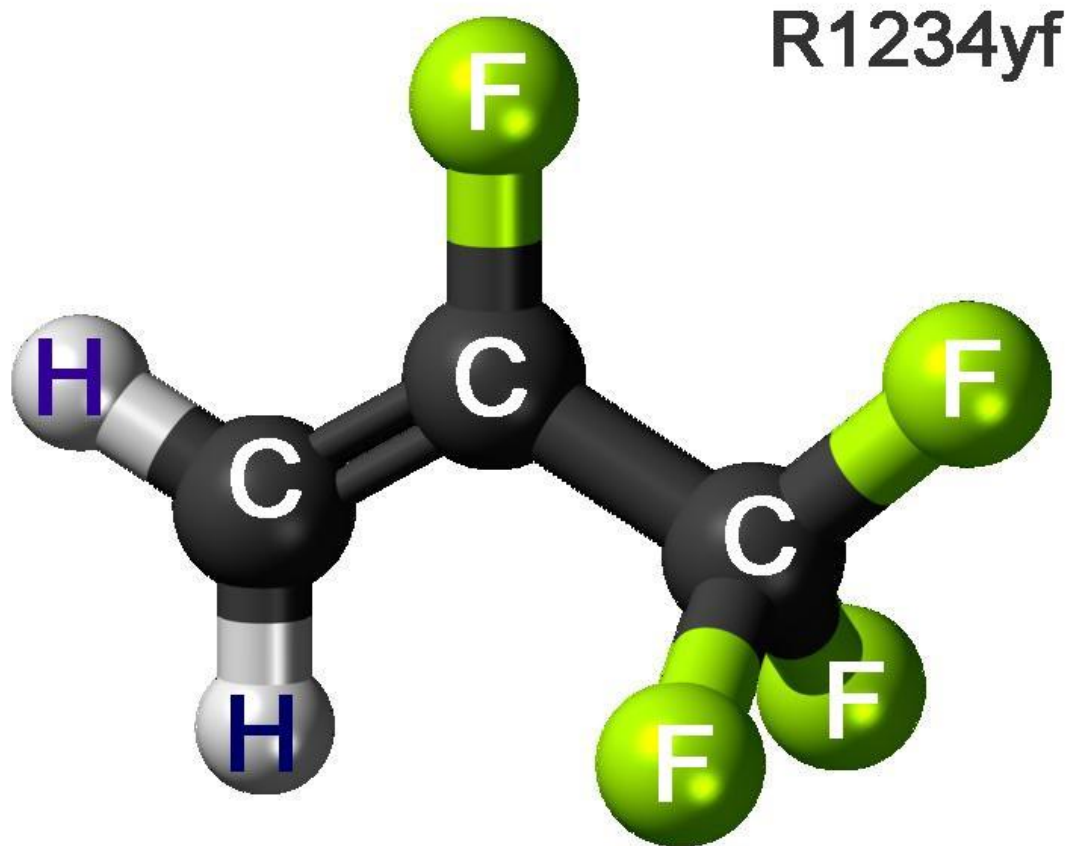
نشت مبرد موجب افت ظرفیت و خطرات ایمنی می‌شود. روش‌هایی مانند مشعل هالید، آشکارساز الکترونیکی و کف صابون استفاده می‌شود. تشخیص سریع نشت، از خرابی و اتلاف انرژی جلوگیری می‌کند. پایش و نگهداری منظم جزء الزامات بهره‌برداری است.

تخریب لایه اوزون و اثر گلخانه‌ای



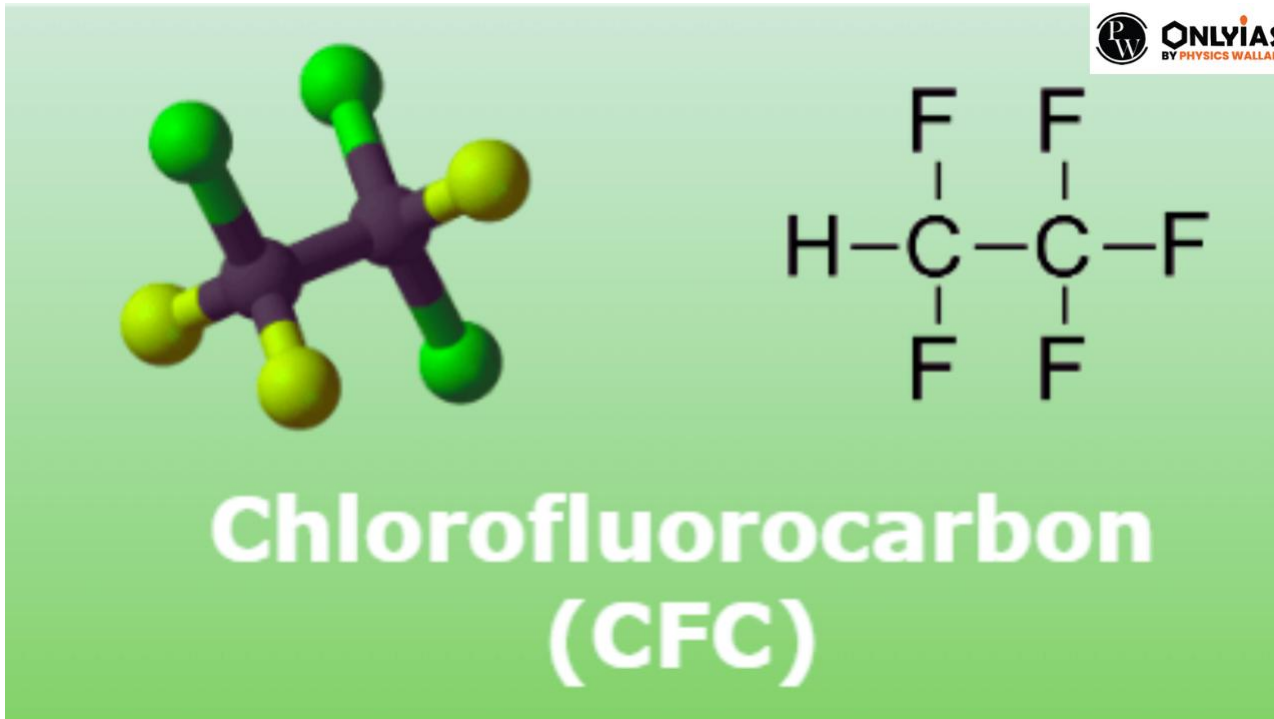
مبردهای CFC و HCFC نقش مهمی در تخریب لایه اوزون دارند. شاخص ODP میزان تخریب اوزون را نشان می‌دهد. شاخص GWP اثر گرمایش جهانی را مقایسه می‌کند. این نگرانی‌ها منجر به محدودیت‌های بین‌المللی شدند.

حذف تدریجی و جایگزینی مبردها



پروتکل مونترال و قوانین هوای پاک حذف CFC ها را الزام کردند. مبردهای HFC به عنوان جایگزین توسعه یافتند. بازیافت، بازیابی و بازفرآوری مبردها ضروری است. طراحی پایدار تبرید، نیازمند انتخاب آگاهانه مبرد است.

شواهد جهانی حذف CFC ها



تلاش‌های جهانی برای حذف CFC ها نتایج قابل‌اندازه‌گیری به همراه داشته است. مطالعات NOAA کاهش غلظت کلر و برم در استراتوسفر را تأیید می‌کند. کاهش یک‌درصدی مواد مخرب اوزون در سال ۱۹۹۵ گزارش شد. این روند نشان‌دهنده اثرگذاری سیاست‌های زیست‌محیطی بین‌المللی است.

وضعیت واقعی جایگزینی چیلرهای CFC



در اوایل دهه ۱۹۹۰، حدود ۸۰ هزار چیلر بزرگ CFC در آمریکا فعال بود. تا سال ۱۹۹۷ فقط ۲۴ درصد آنها حذف یا جایگزین شدند. نسبت جایگزینی کامل به تبدیل مبرد حدود سه به یک بود. کندی این فرآیند چالش‌های اقتصادی و فنی را آشکار کرد.

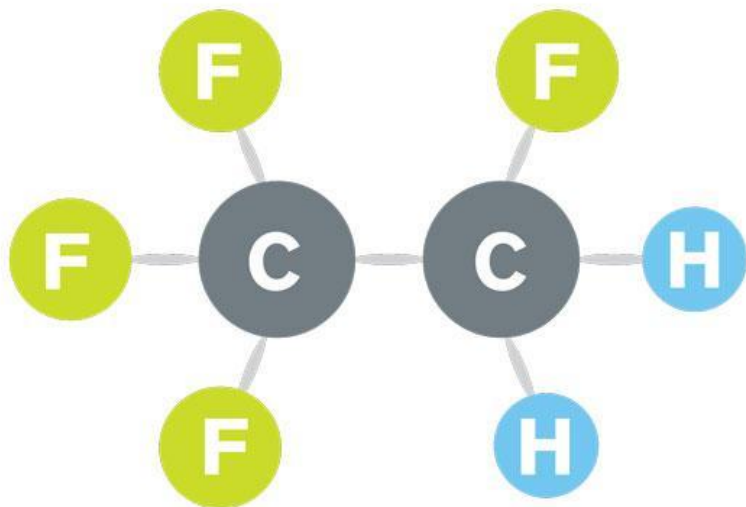
پیامدهای تأخیر در حذف CFC ها



کندی حذف CFC ها موجب افزایش تقاضای سرویس شد. ذخایر CFC بکر و بازیافتی پاسخگوی نیاز بازار نبودند. خطر کمبود مبرد در آغاز قرن بیستویکم افزایش یافت. این وضعیت دوره بهره‌برداری HCFC ها را طولانی‌تر کرد.

هیدروفلوئوروکربن ها HFC

C = Carbon
F = Flourine
H = Hydrogen



HFC-134a

HFC ها فاقد کلر بوده و تخریب اوزون ندارند. HFC-134a جایگزین مهم CFC-12 و HCFC-22 است سمیت پایین و ایمنی بالا، مزیت اصلی آن محسوب می شود. با این حال، افت ظرفیت و نیاز به روغن های سنتتیک وجود دارد.

مبردهای معدنی و غیرآلی



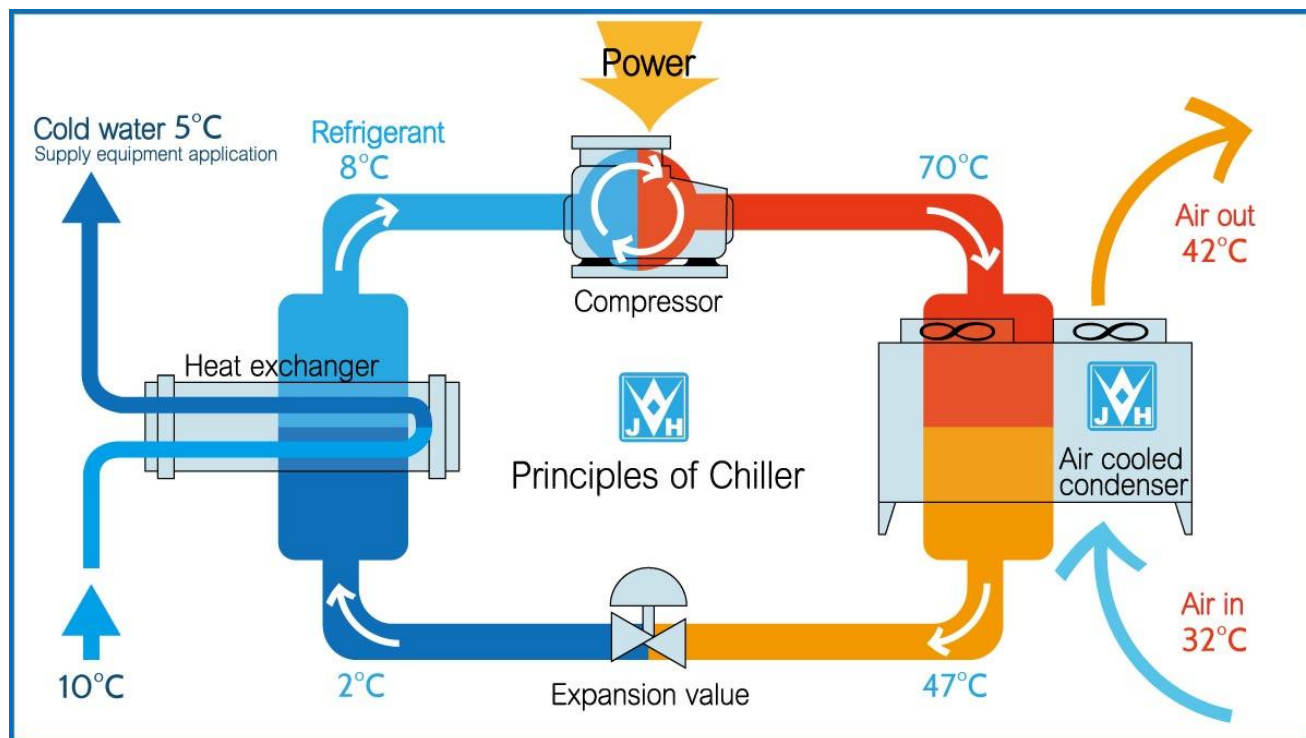
آمونیاک، آب و هوا مبردهای قدیمی اما کارآمد هستند. آمونیاک راندمان بالا اما سمیت و اشتعال پذیری دارد. آب مبردی ایمن اما با فشارهای زیر اتمسفری است. این مبردها عمدتاً در کاربردهای صنعتی استفاده می‌شوند.

فرآیندها و سیکل‌های تبرید



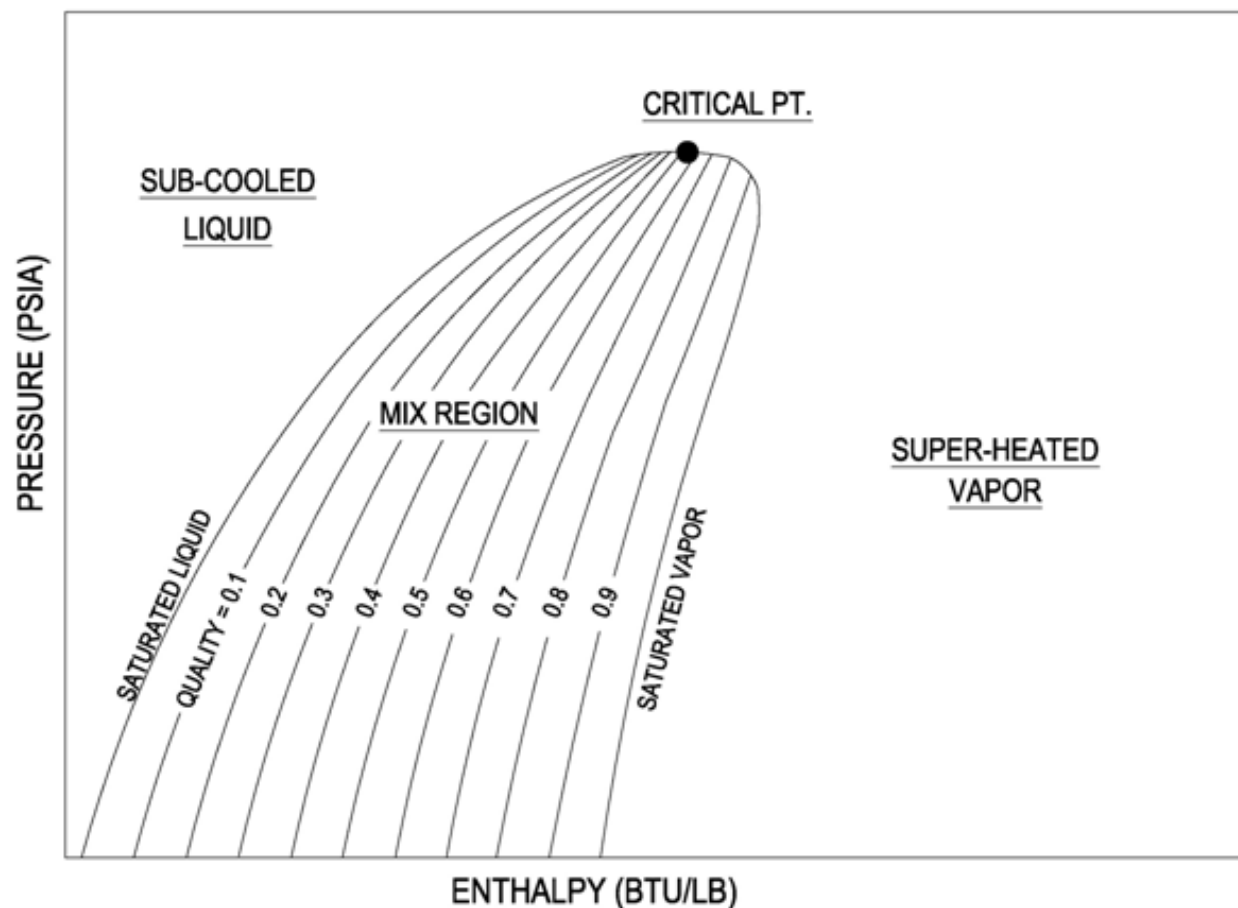
تبخیر، تراکم، تقطیر و انبساط اساس تبرید تراکمی‌اند. در سیکل بسته، حالت نهایی برابر حالت اولیه است. در سیکل باز، مانند انبساط هوا، این تساوی وجود ندارد. انتخاب سیکل به کاربرد و محدودیت‌ها وابسته است.

تحلیل عملکرد و سیکل ایده‌آل



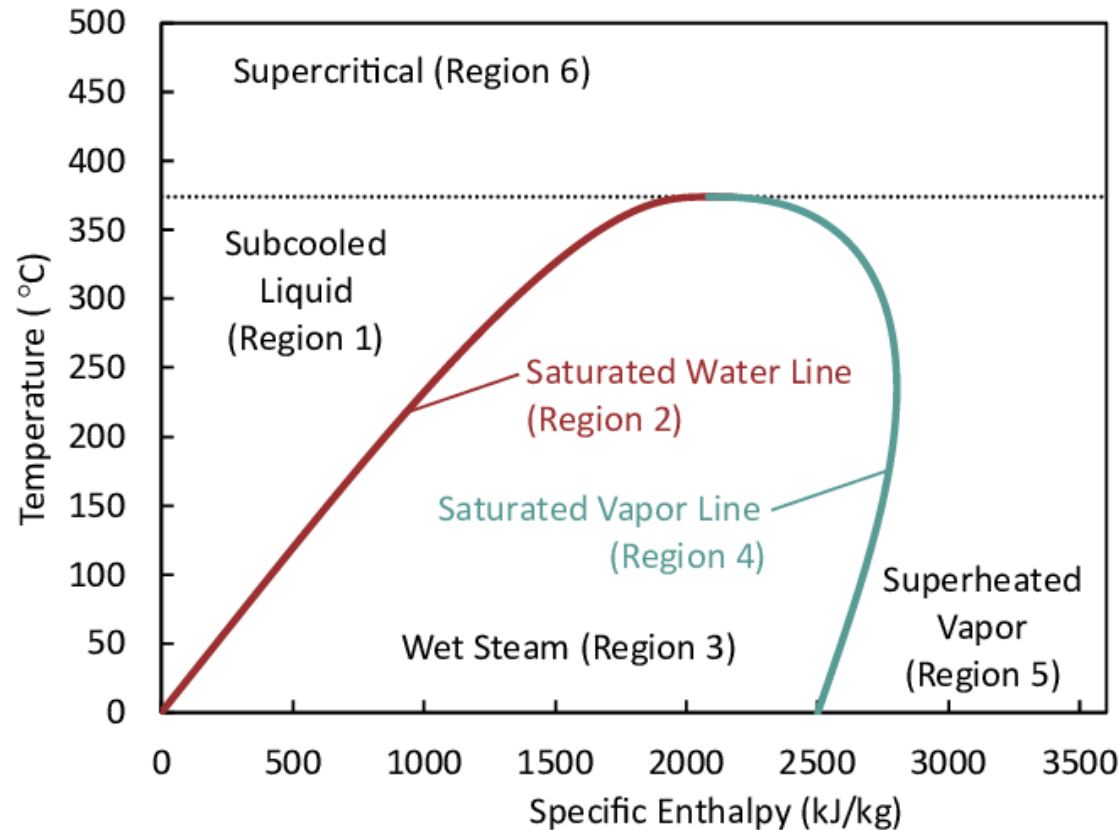
سیکل کارنو کاراترین سیکل نظری تبرید است. ضریب عملکرد COP معیار اصلی ارزیابی سیستم‌هاست. سیکل تراکمی ایده‌آل جایگزین عملی کارنو است. کاهش اختلاف دمای تبخیر و تقطیر، بازده را افزایش می‌دهد.

محاسبه آنتالپی مایع اشباع



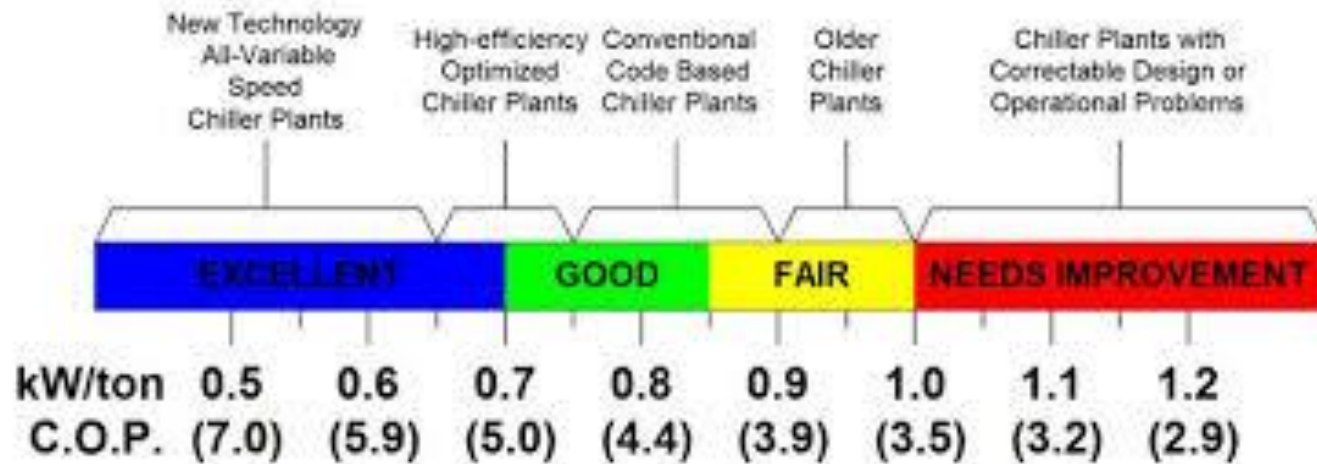
آنتالپی مایع اشباع تابعی از دمای اشباع است. جداول ASHRAE مبنای استخراج ضرایب چندجمله‌ای هستند. برای HCFC-22، این رابطه در بازه دمایی مشخص معتبر است. این تقریب دقت قابل قبولی در تحلیل سیکل دارد.

آنتالپی بخار اشباع و اهمیت آن



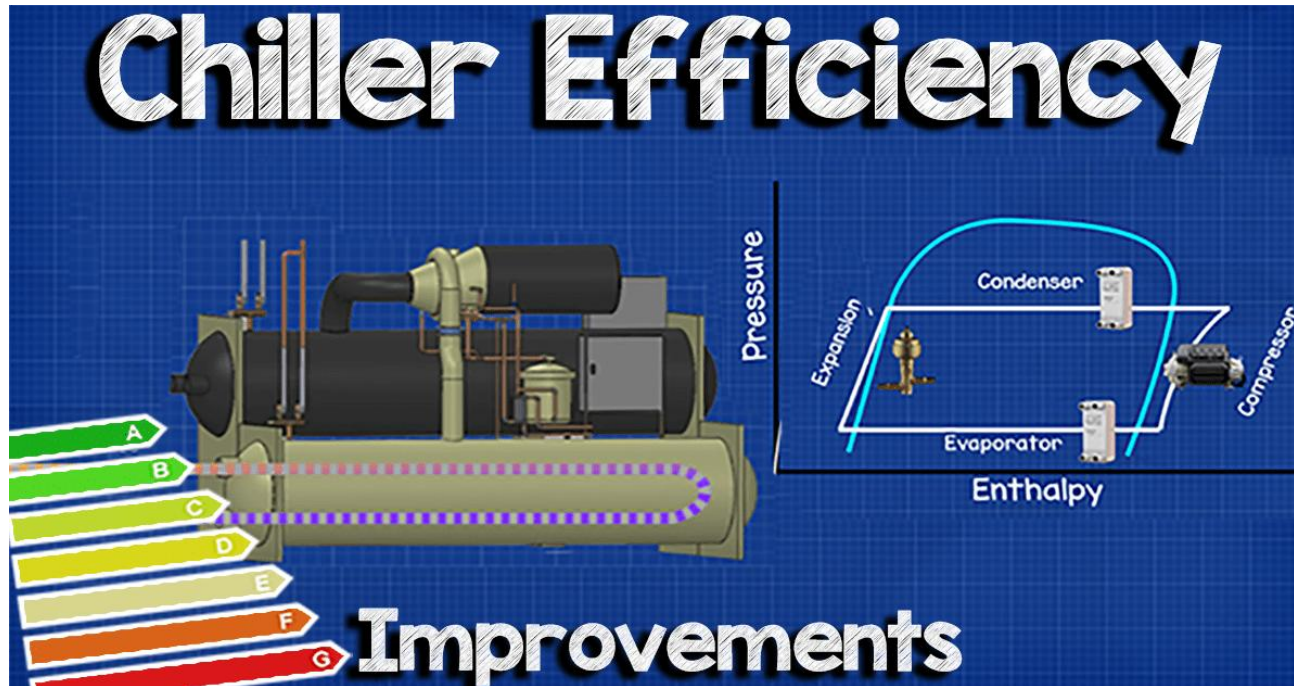
آنتالپی بخار اشباع نقش کلیدی در محاسبه اثر تبرید دارد. این کمیت نیز با یک چندجمله‌ای تابع دما بیان می‌شود. ضرایب وابسته به نوع مبرد هستند. دقت این روابط برای طراحی سیستم ضروری است.

اثر تبرید و بار سرمایشی



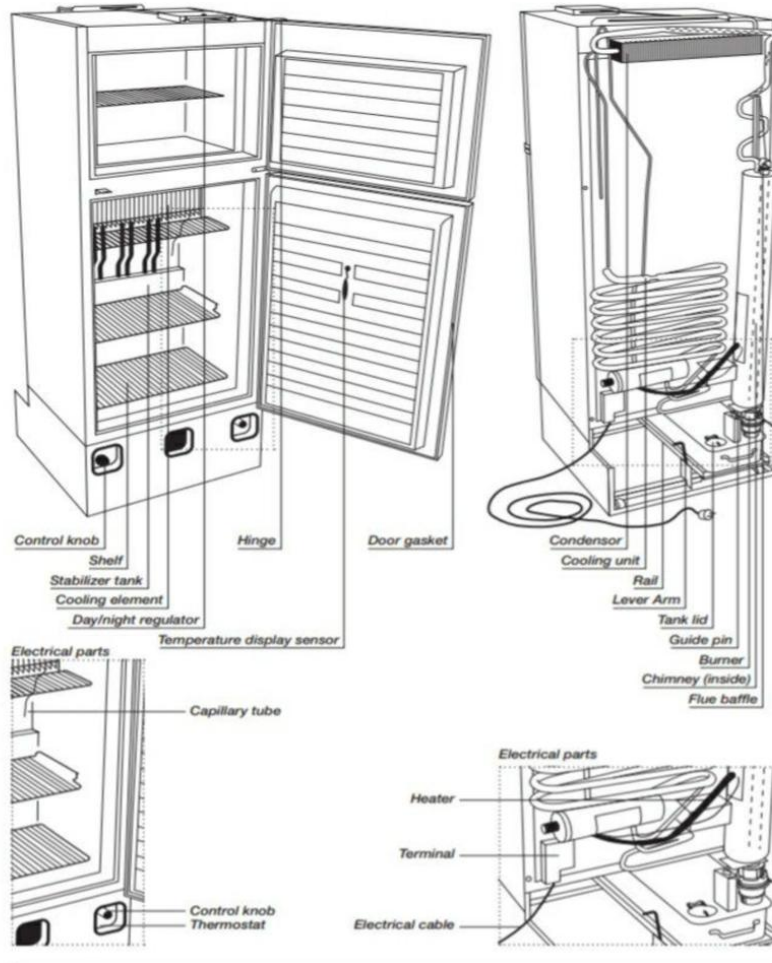
اثر تبرید، گرمای جذب شده توسط واحد جرم مبرد است. بار سرمایشی نرخ کل گرمای استخراج شده را نشان می دهد. این دو مفهوم مبنای انتخاب تجهیزات هستند. ظرفیت واقعی معمولاً کمی بزرگتر از بار محاسباتی انتخاب می شود.

زیرسردسازی و افزایش ظرفیت



زیرسردسازی دمای مایع مبرد را پایین تر از دمای اشباع می برد. این فرآیند اثر تبرید را افزایش می دهد. میزان زیرسردسازی به کندانسور و سیال خنک کننده وابسته است. محاسبه آنتالپی زیرسرد شده با رابطه خطی انجام می شود.

فوق گرمایش و حفاظت کمپرسور



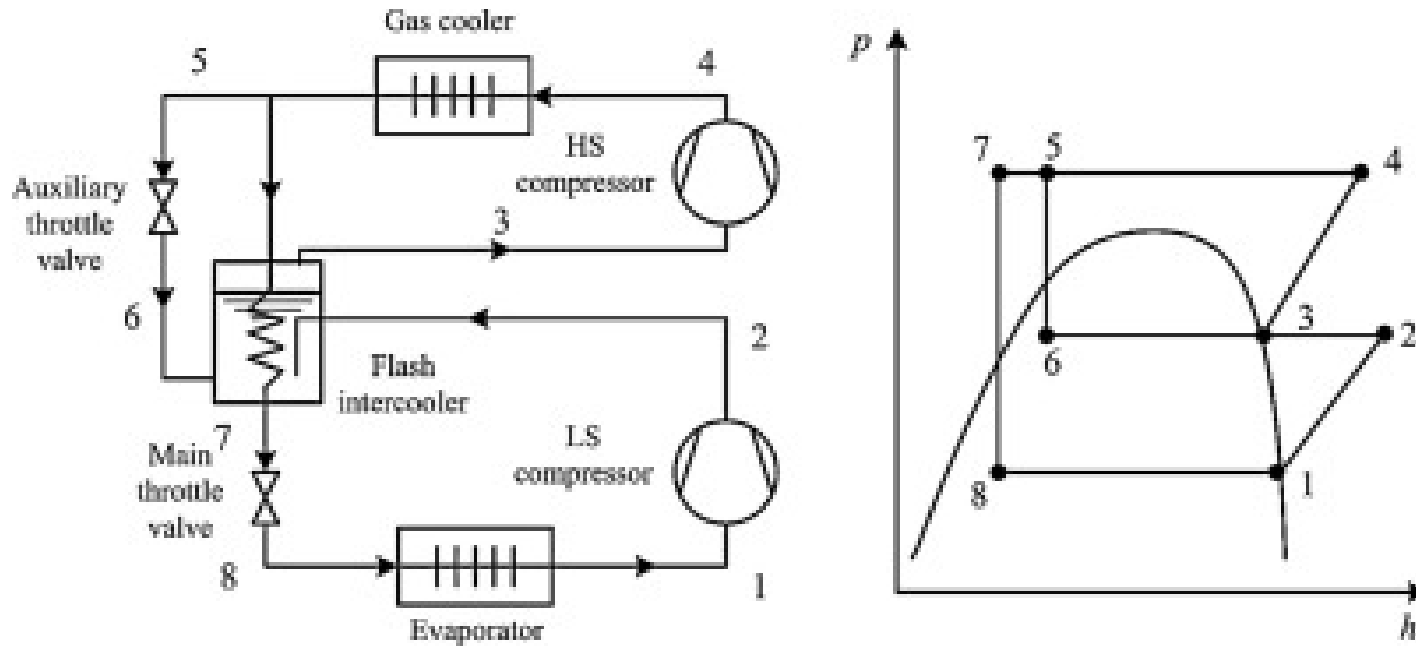
هدف اصلی فوق گرمایش جلوگیری از ورود مایع به کمپرسور است. میزان فوق گرمایش به نوع کمپرسور و اواپراتور بستگی دارد. این فرآیند ایمنی سیستم را تضمین می‌کند. ولی افزایش بیش از حد آن می‌تواند راندمان را کاهش دهد.

ضرورت سیستم‌های چند مرحله‌ای



در فشارهای کاری بالا، سیکل تک مرحله‌ای ناکارآمد می‌شود. سیستم چند مرحله‌ای نسبت تراکم هر مرحله را کاهش می‌دهد. این امر بازده کمپرسور را افزایش می‌دهد. انعطاف‌پذیری عملکرد در بار جزئی نیز بیشتر می‌شود.

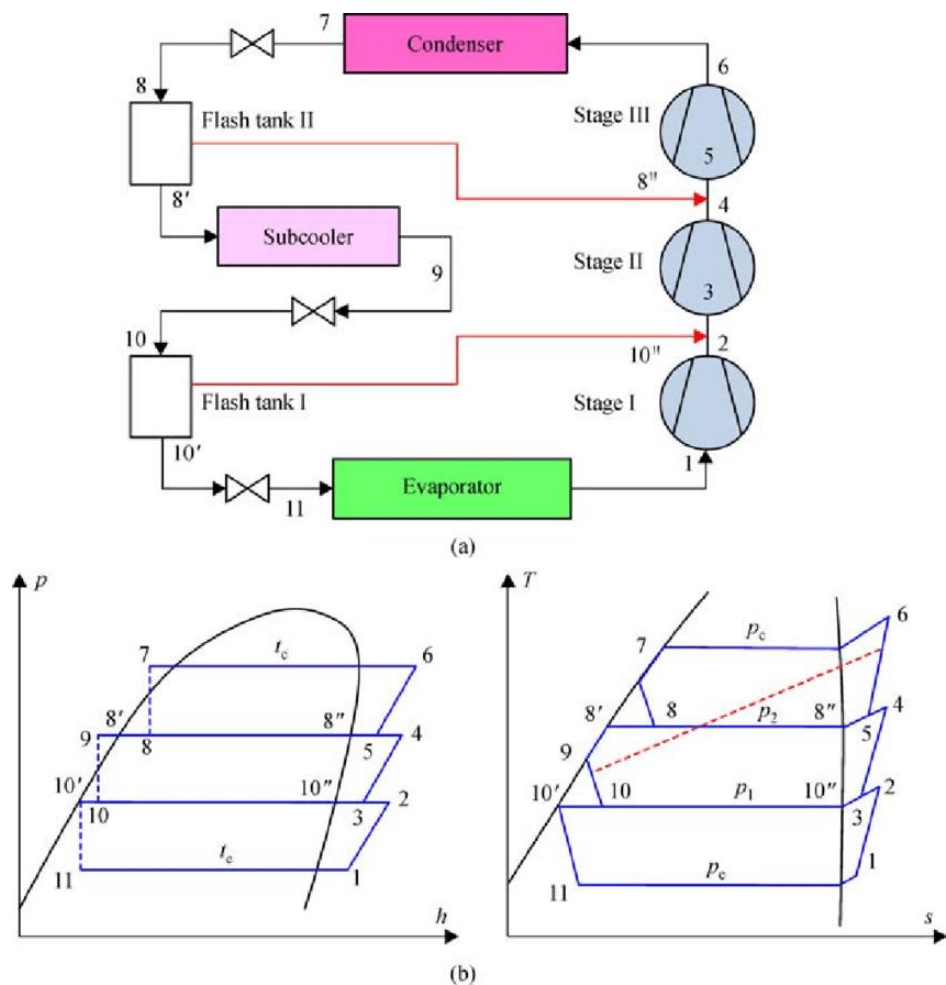
سیستم دومرحله‌ای با فلش‌کولر



Schematic and p-h diagram of the DCFIV cycle

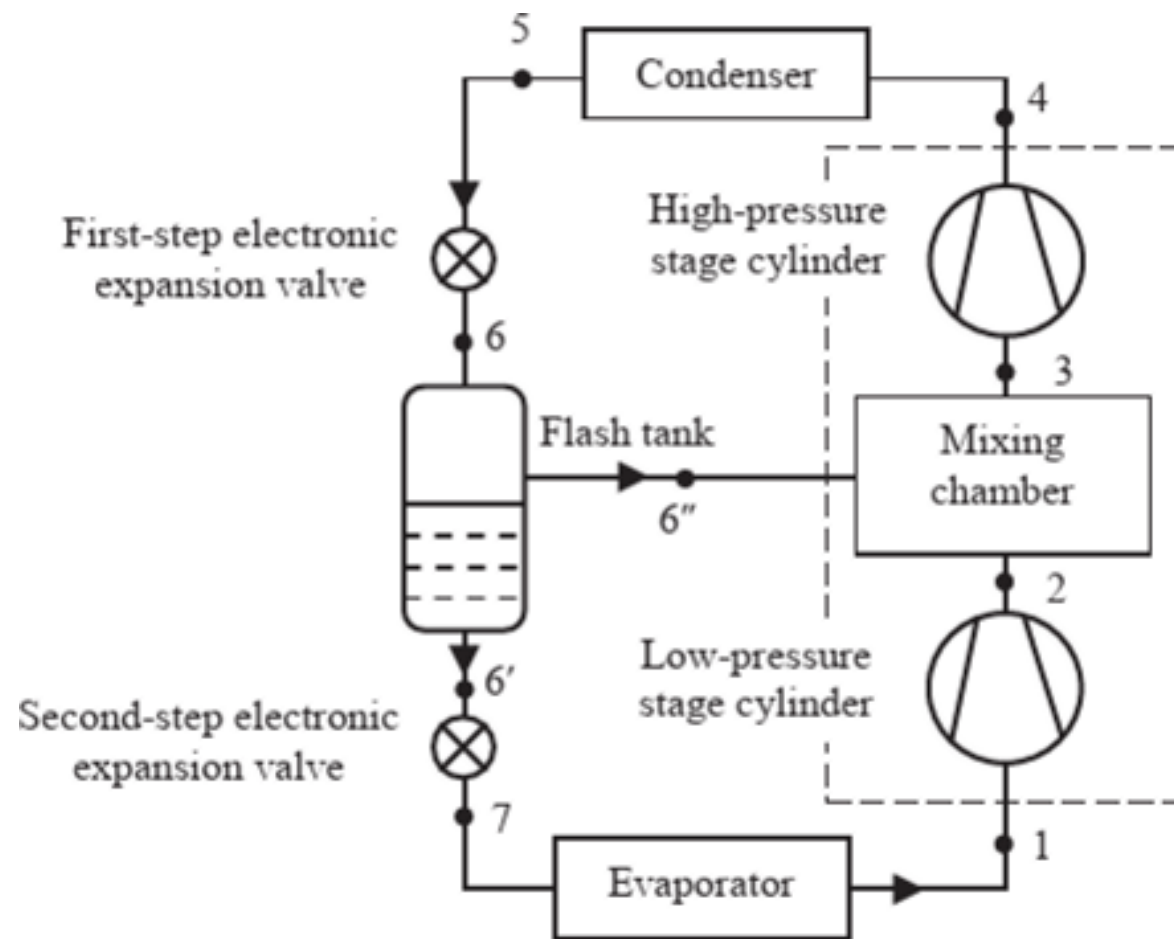
فلش‌کولر بخشی از مبرد را تبخیر می‌کند. این فرآیند مایع باقی‌مانده را به دمای اشباع میان‌مرحله می‌رساند. اثر تبرید افزایش و کار تراکم کاهش می‌یابد. نتیجه، COP بالاتر نسبت به سیستم تک‌مرحله‌ای است.

فرآیند جریان در سیستم سه مرحله‌ای



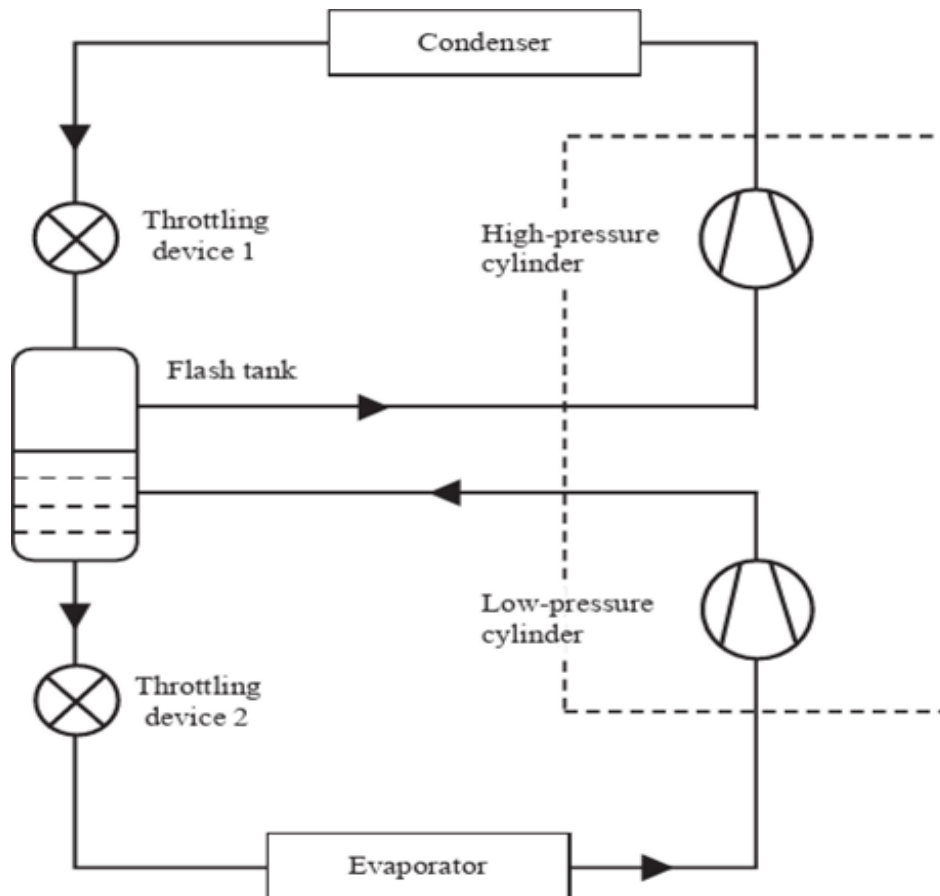
در سیستم سه مرحله‌ای، بخار مبرد به صورت متوالی وارد ایمپلرهای کمپرسور می‌شود. پس از هر مرحله تراکم، بخار با بخار حاصل از فلش‌کولرها مخلوط می‌گردد. این اختلاط، شرایط ترمودینامیکی ورودی مرحله بعد را اصلاح می‌کند. نتیجه، کاهش کار تراکم و بهبود عملکرد کلی سیستم است.

نقش فلش کولرهای فشار بالا و پایین



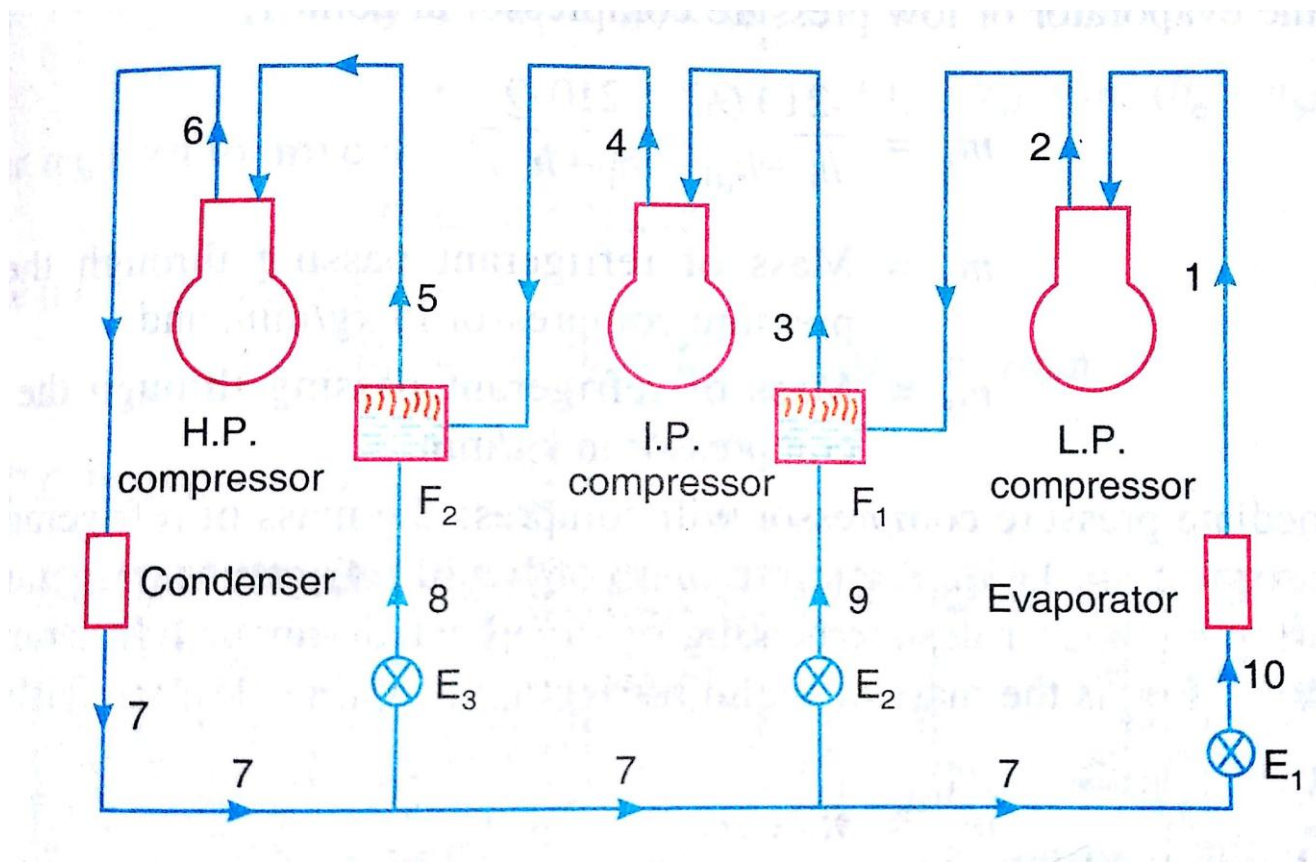
فلش کولرها با تبخیر جزئی مبرد مایع عمل می‌کنند. این تبخیر باعث کاهش دمای مایع باقی‌مانده می‌شود. در سیستم سه‌مرحله‌ای، دو فلش کولر در فشارهای میانی متفاوت استفاده می‌شود. این فرآیند اثر تبرید را افزایش می‌دهد.

کسری از مبرد تبخیرشده در فلش کولر



مقدار مبرد تبخیرشده با موازنه انرژی تعیین می‌شود. این کسر تابع آنتالپی جریان‌های ورودی و خروجی است. محاسبه دقیق این مقدار برای طراحی ضروری است. کیفیت مخلوط مبرد مستقیماً به این کسر وابسته است.

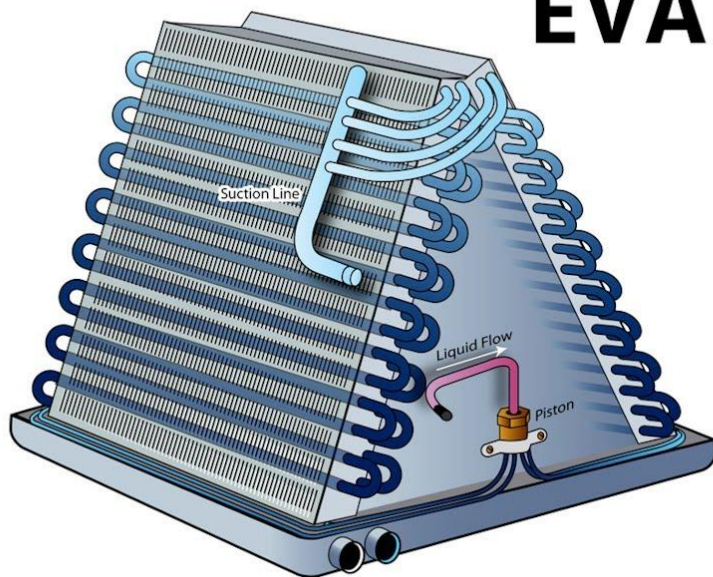
محاسبه آنتالپی در نقاط اختلاط



در نقاط اختلاط، فرض فرایند آدیاباتیکی برقرار است. آنتالپی مخلوط از ترکیب وزنی جریان‌ها به دست می‌آید. این محاسبات برای مراحل دوم و سوم انجام می‌شود. نتیجه، تعیین دقیق شرایط ورودی کمپرسورهاست.

نقش و ماهیت اواپراتور

EVAPORATOR 101



اواپراتور یکی از اجزای اصلی سیستم تبرید است که وظیفه جذب گرما را بر عهده دارد. در این مبدل، مبرد با تبخیر، انرژی حرارتی محیط اطراف را استخراج می‌کند. در سیستم‌های تراکمی، اواپراتور یک مبدل حرارتی با تماس غیرمستقیم است. عملکرد صحیح آن مستقیماً ظرفیت و راندمان سیستم را تعیین می‌کند.

طبقه‌بندی اواپراتورها



TYPES OF EVAPORATORS



اواپراتورها بر اساس سیال یا ماده
خنک‌شونده طبقه‌بندی می‌شوند.
اواپراتور هوایی مستقیماً هوا را سرد
می‌کند. اواپراتور مایع، آب سرد تولید
کرده و به مصرف‌کننده‌های دوردست
می‌فرستد. اواپراتورهای یخ‌ساز نیز برای
ذخیره‌سازی حرارتی کاربرد دارند.

انواع تغذیه مبرد در اواپراتور



تغذیه مستقیم یا DX متداول ترین روش در سیستم های تهویه مطبوع است. در این حالت، مبرد درون لوله ها تبخیر و کمی فوق گرم می شود. در سیستم غرقابی، سطح انتقال حرارت همواره مرطوب است. تغذیه بیش از حد نیز برای کاربردهای خاص استفاده می شود.

کویل‌های DX مرطوب



در کویل DX، دمای تبخیر معمولاً پایین‌تر از نقطه شبنم هواست. در نتیجه، چگالش روی سطح کویل رخ می‌دهد. این فرآیند هم‌زمان سرمایش و رطوبت‌گیری هوا را انجام می‌دهد. انتقال هم‌زمان جرم و حرارت ویژگی اصلی این کویل‌هاست.

ساختار و مشخصات هندسی کویل DX



لوله‌های مسی و فین‌های آلومینیومی اجزای اصلی کویل DX هستند. ریزفین‌های داخلی انتقال حرارت جوشش را تقویت می‌کنند. فواصل لوله‌ها و فین‌ها عملکرد حرارتی و افت فشار را تعیین می‌کنند. این پارامترها معمولاً توسط سازندگان بهینه‌سازی می‌شوند.

مدل دو ناحیه‌ای در کویل DX



جریان مبرد در کویل به دو ناحیه تقسیم می‌شود. در ناحیه دوفازی، مبرد با دمای تقریباً ثابت تبخیر می‌شود. ضریب انتقال حرارت در این ناحیه بالاست. ناحیه فوق‌گرم کوچک بوده و اثر کاهنده بر انتقال حرارت دارد.

انتقال همزمان حرارت و جرم

PROCEDURE FOR EFFECTIVENESS NTU METHOD

1. Calculate $C_r = \frac{C_{\min}}{C_{\max}}$, $NTU = \frac{UA}{C_{\min}}$
2. Determine ε from appropriate figure/equations
3. Compute heat transfer rate:

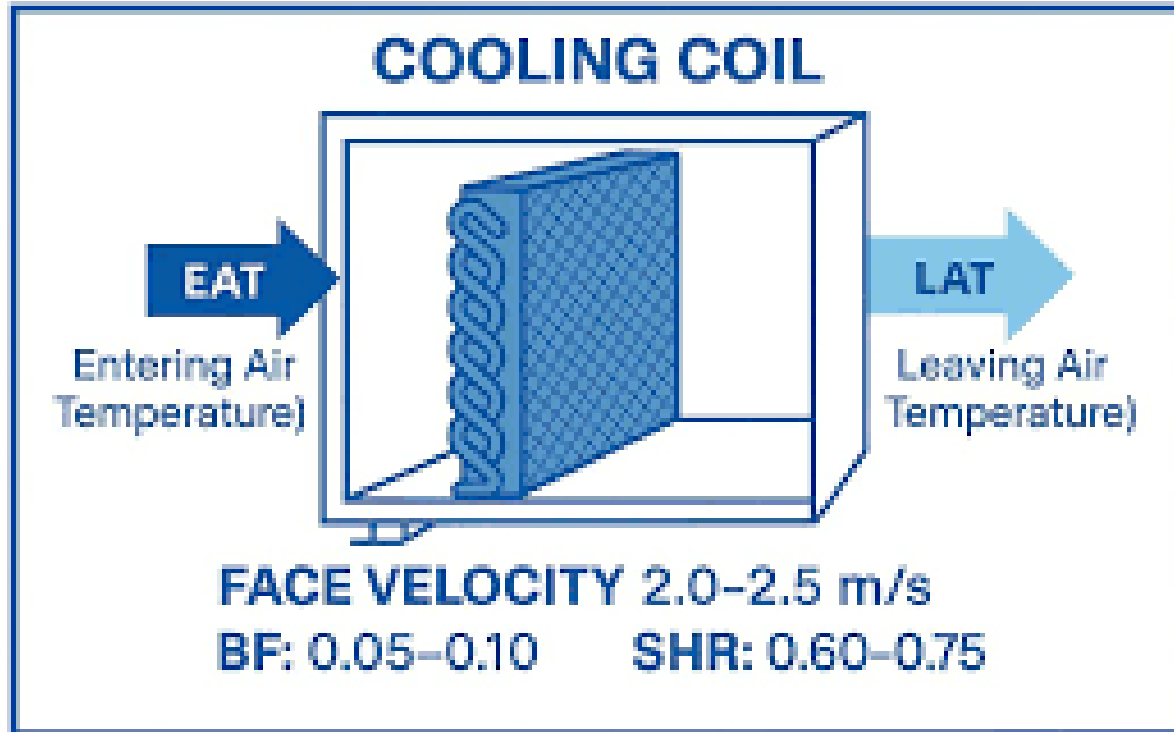
$$q = \varepsilon C_{\min} (T_{h,in} - T_{c,in})$$

4. Calculate outlet temperatures:

$$T_{h,out} = T_{h,in} - \frac{q}{\dot{m}_h c_{p,h}} \quad T_{c,out} = T_{c,in} + \frac{q}{\dot{m}_c c_{p,c}}$$

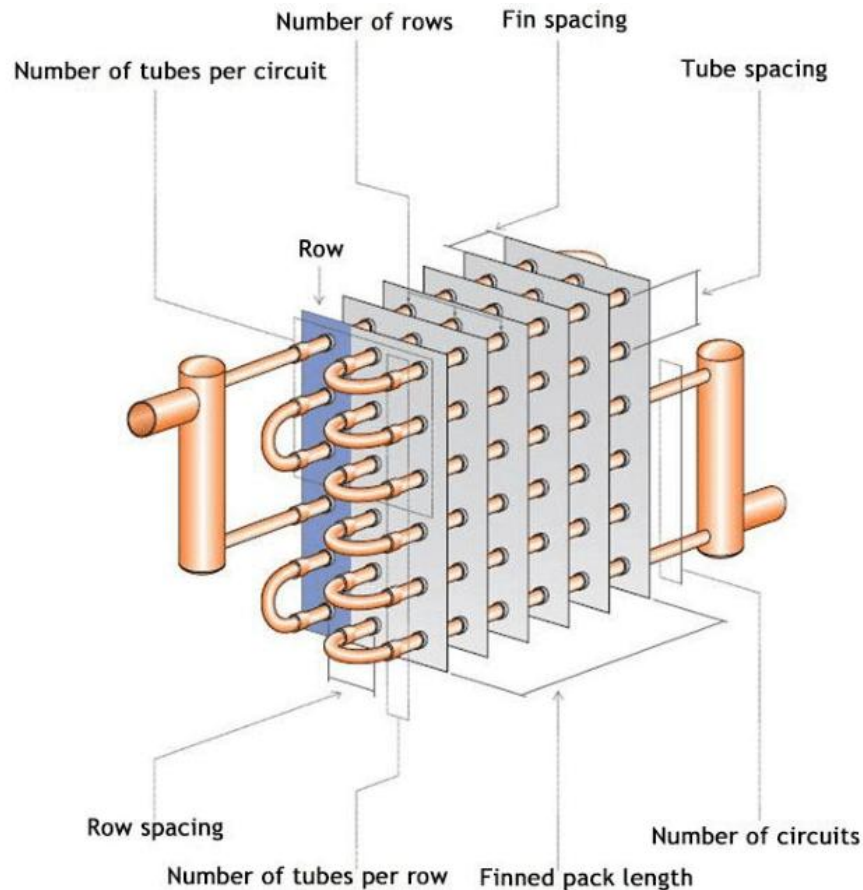
در کویل مرطوب، اختلاف آنتالپی محرک اصلی انتقال است. همزمان، اختلاف دما نیز نقش مهمی ایفا می‌کند. این فرآیند با روابط اثربخشی و NTU تحلیل می‌شود. مدل آنتالپی، محاسبات را ساده‌تر و دقیق‌تر می‌کند.

اثر بخشی و افت فشار کویل



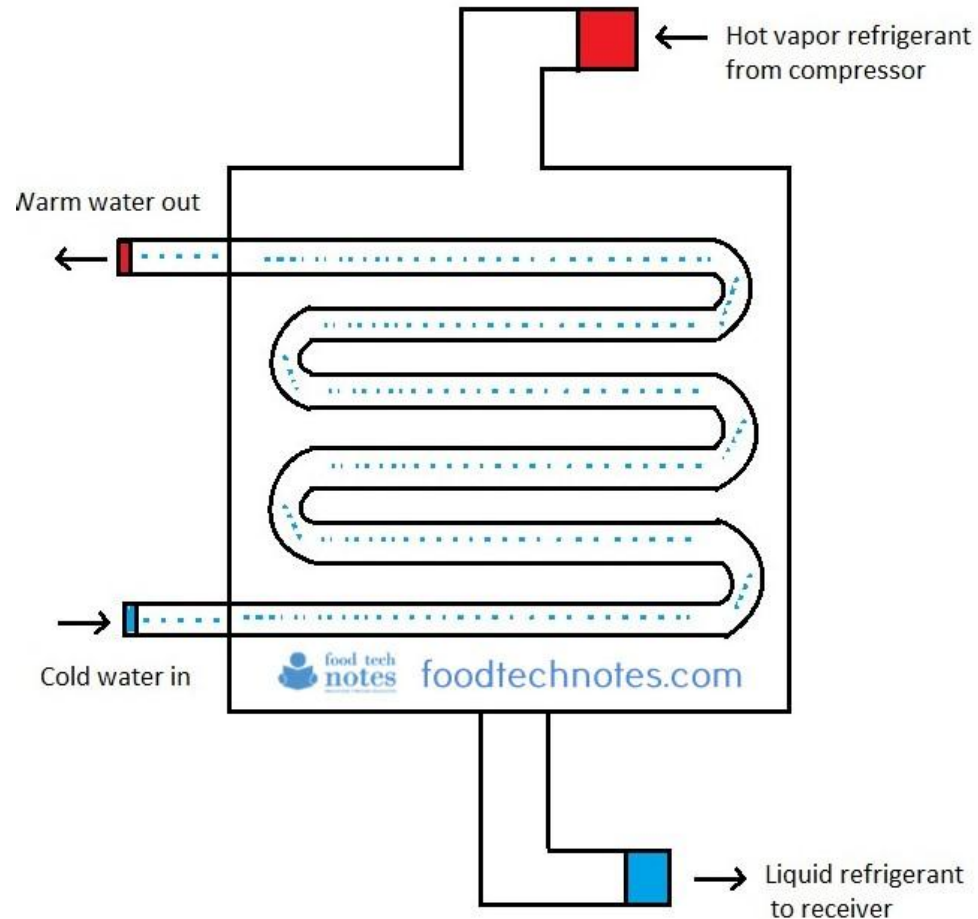
اثر بخشی کویل نسبت انتقال واقعی به انتقال بیشینه است. این کمیت تابع NTU و ضرایب انتقال حرارت است. سرعت رویه کویل بر افت فشار و جداسدگی قطرات اثر دارد. مقادیر بیش از حد باعث افت راندمان و مشکلات بهره‌برداری می‌شوند.

عملکرد در بار جزئی



در بار جزئی، کاهش دبی هوا و مبرد اجتناب ناپذیر است. کنترل سطح، کنترل ردیف و کنترل درهم تنیده استفاده می شوند. کنترل مناسب مانع یخ زدگی سطح کویل می شود. حفظ دمای تبخیر بالاتر از صفر اهمیت حیاتی دارد.

نقش کندانسور در سیستم تبرید



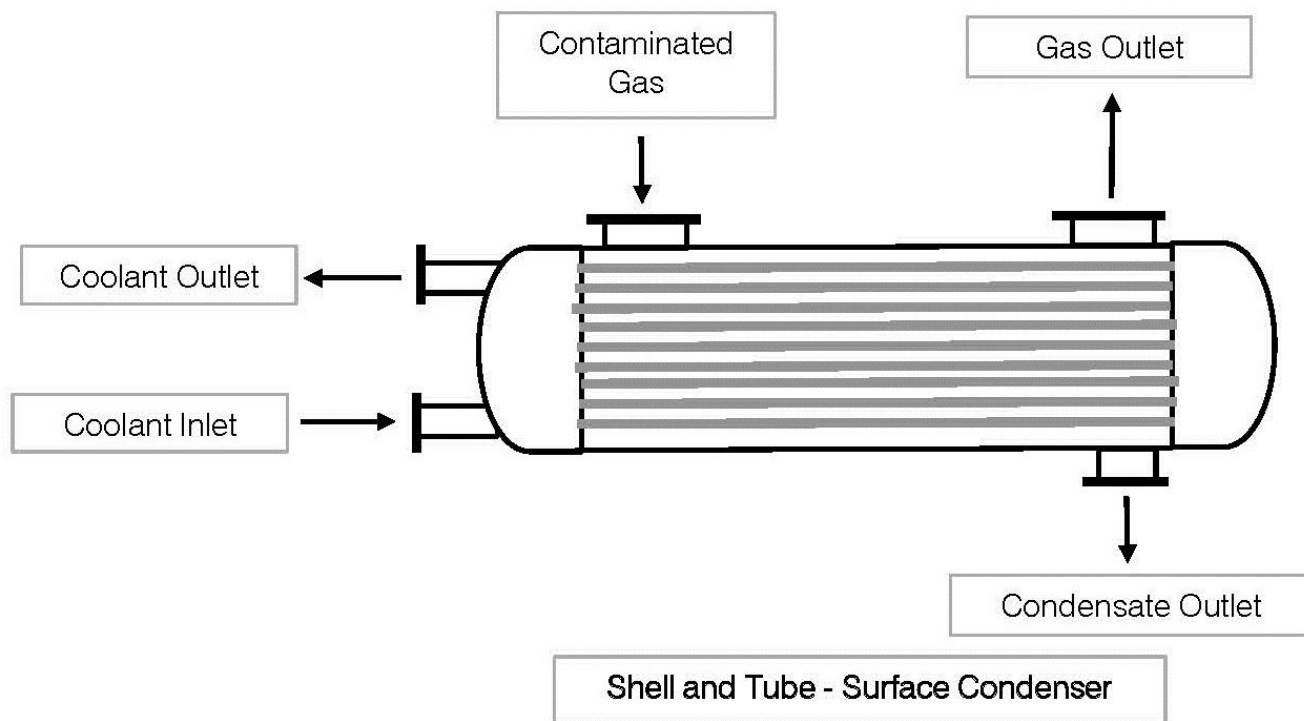
کندانسور یکی از اجزای اصلی سیستم تبرید است که وظیفه دفع گرمای مبرد را بر عهده دارد. در این مبدل، مبرد گازی با از دست دادن گرما به مایع تبدیل می‌شود. فرآیند تقطیر در فشار تقطیر انجام می‌گیرد. زیرسردسازی مبرد مایع موجب بهبود راندمان و صرفه‌جویی انرژی می‌شود.

طبقه‌بندی کندانسورها



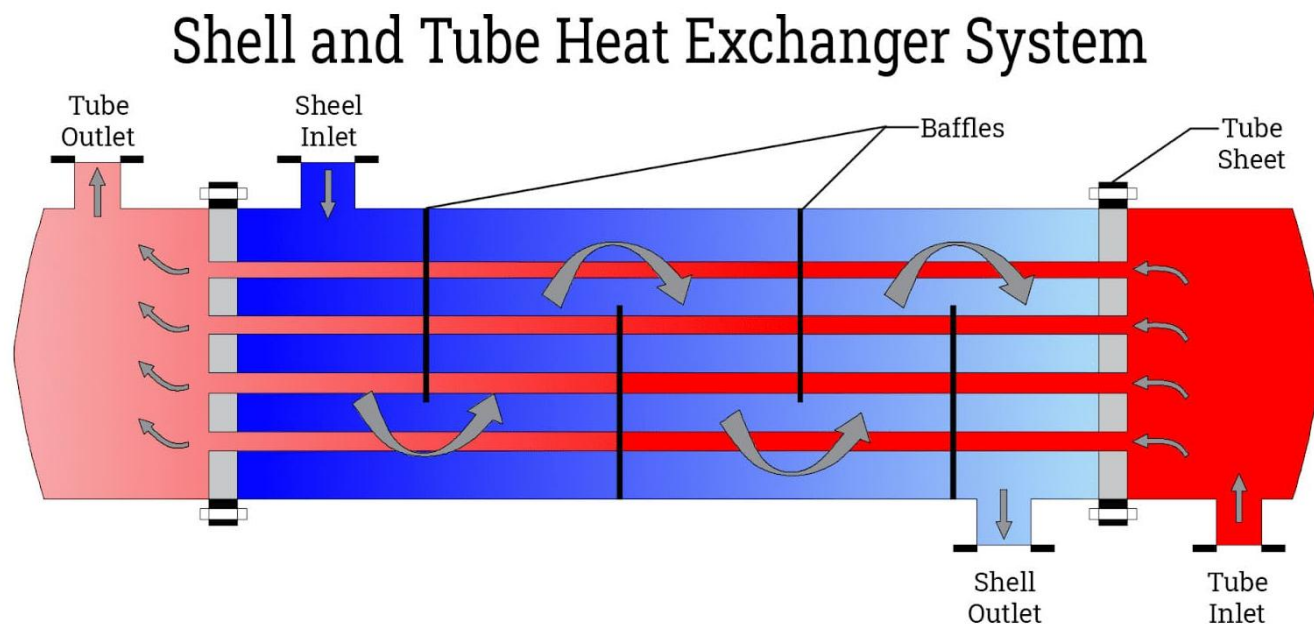
کندانسورها بر اساس محیط خنک‌کننده به سه گروه تقسیم می‌شوند. کندانسور آبی از آب برای دفع گرما استفاده می‌کند. کندانسور هوایی گرما را مستقیماً به هوای محیط منتقل می‌کند. کندانسور تبخیری ترکیبی از دو سیستم آبی و هوایی است

کندانسورهای آب‌خنک



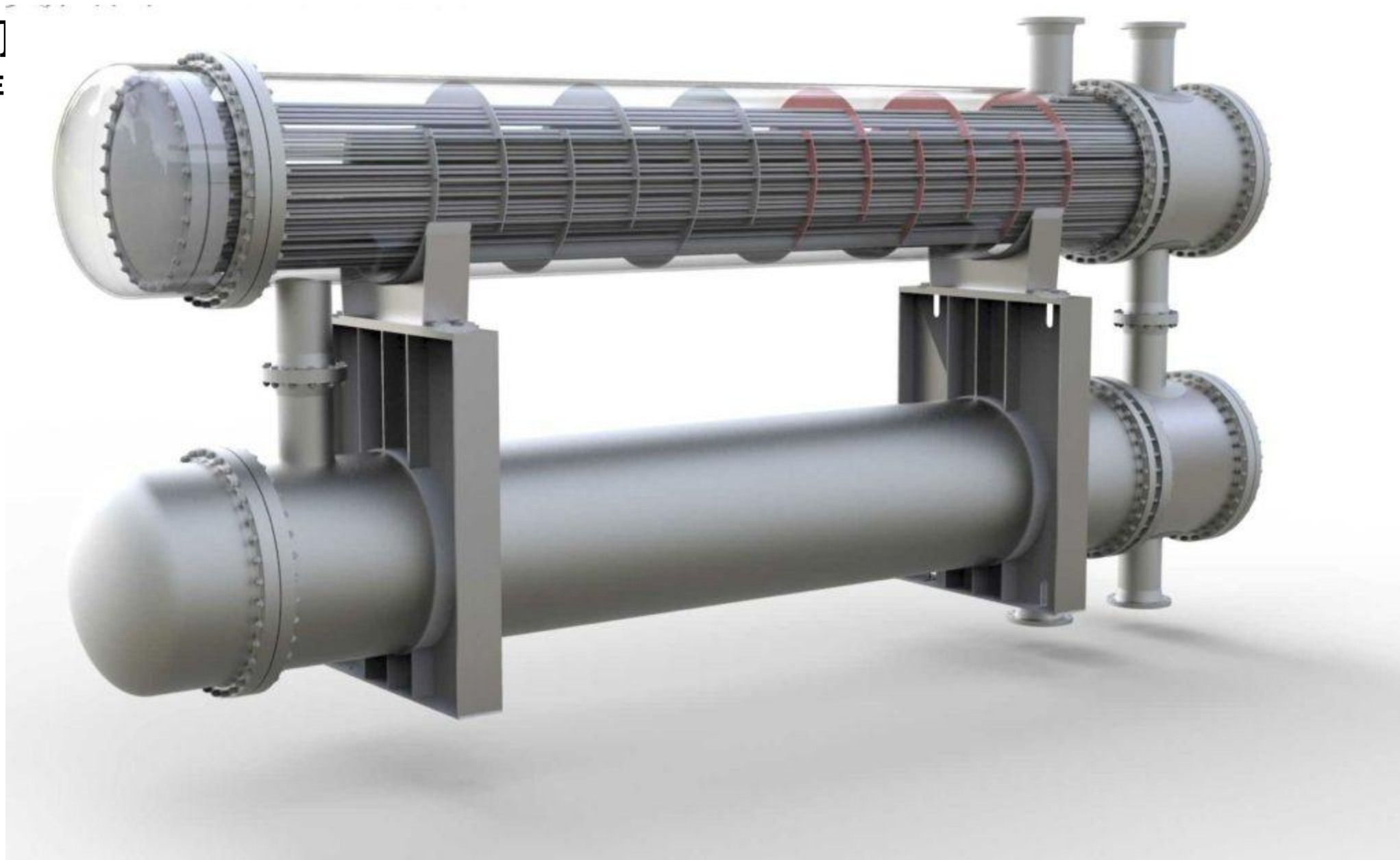
در کندانسورهای آب‌خنک، گرما به آب برج خنک‌کن یا منابع طبیعی منتقل می‌شود. استفاده از آب رودخانه، دریاچه یا چاه نیازمند فیلتراسیون و کنترل رسوب است. در کاربردهای ساحلی، آب دریا با ملاحظات خوردگی استفاده می‌شود. این سیستم‌ها معمولاً راندمان بالایی دارند اما هزینه زیرساختی بیشتری می‌طلبند.

انتقال حرارت در کندانسور پوسته و لوله

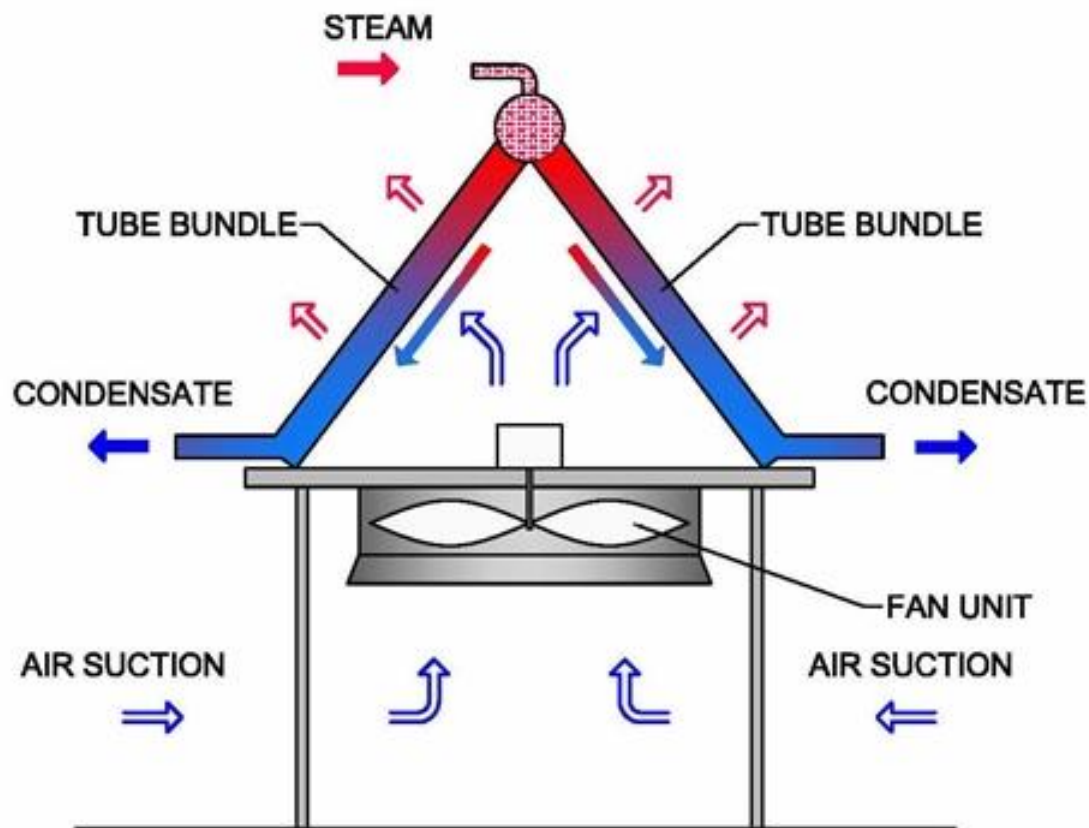


انتقال حرارت شامل فوق گرم زدایی، تقطیر و زیر سرد سازی است. ضریب انتقال حرارت تقطیر به اختلاف دمای سطح لوله وابسته است. برخلاف جوشش، افزایش شار حرارتی ضریب تقطیر را کاهش می دهد. عملکرد کندانسور به شدت به شرایط عملیاتی وابسته است.

OWT
— TE

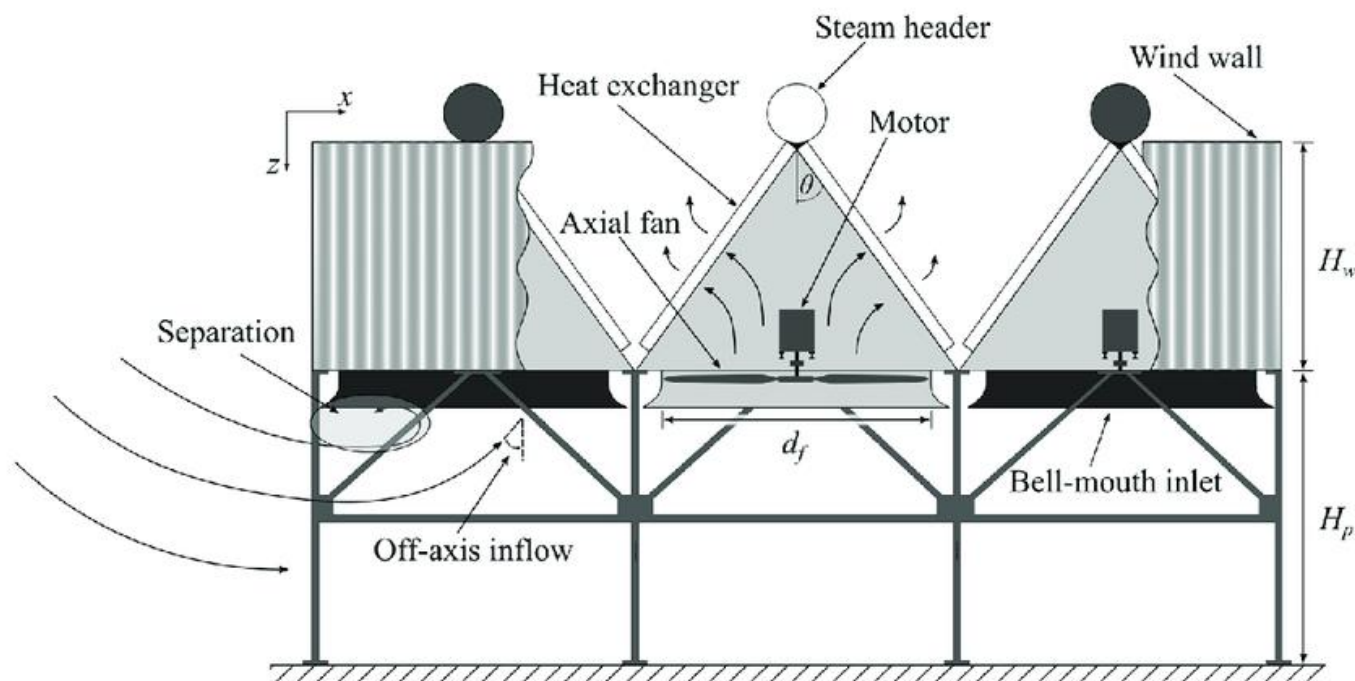


کندانسورهای هواخنک



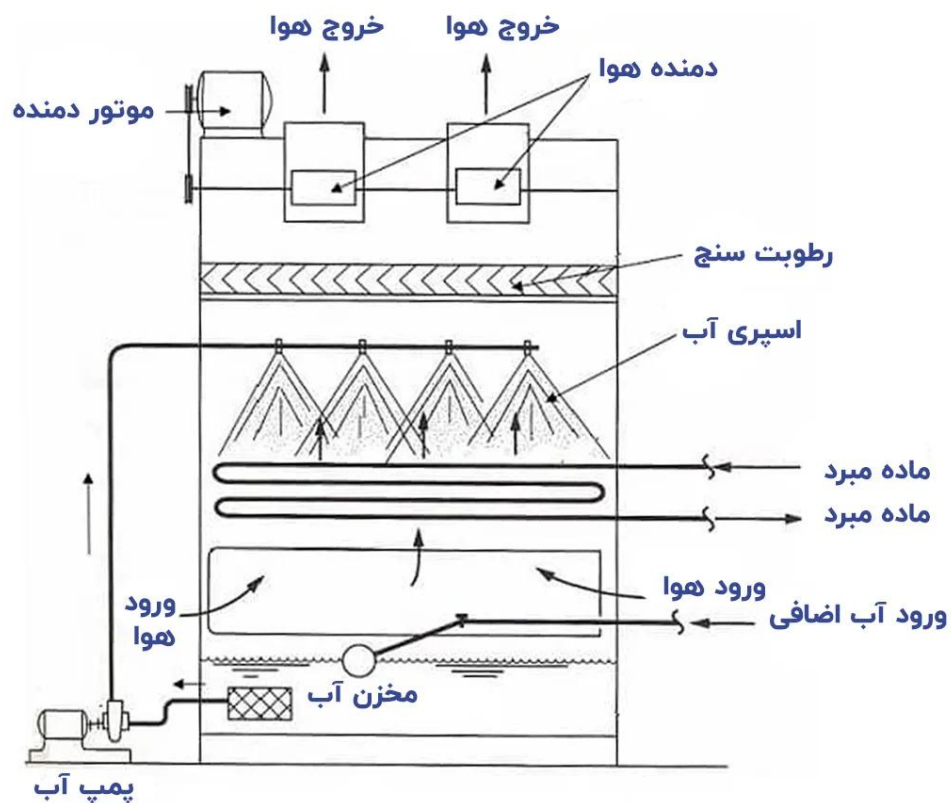
کندانسور هواخنک گرما را مستقیماً به هوای محیط منتقل می‌کند. این کندانسورها از کویل‌های فین‌دار و فن‌های محوری استفاده می‌کنند. سه ناحیه اصلی شامل فوق‌گرم‌زدایی، تقطیر و زیرسردسازی هستند. دمای هوای ورودی تأثیر مستقیمی بر دمای تقطیر دارد.

عملکرد، CTD و کنترل کندانسور هواخنک



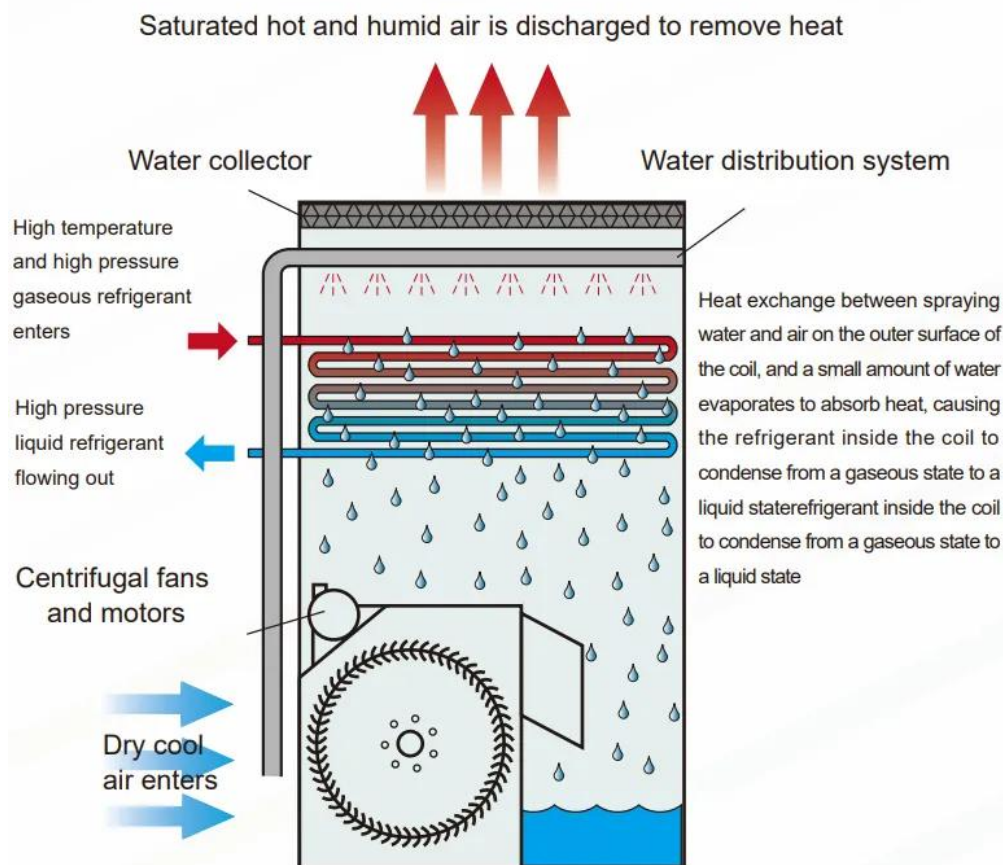
اختلاف دمای تقطیر و هوای ورودی به عنوان CTD تعریف می شود. CTD بزرگ تر ظرفیت بیشتر اما اندازه کوچکتر کندانسور را فراهم می کند. دمای تقطیر بالا موجب افزایش مصرف انرژی و تنش مکانیکی می شود. کنترل فشار در هوای سرد برای عملکرد پایدار ضروری است.

کندانسورهای تبخیری



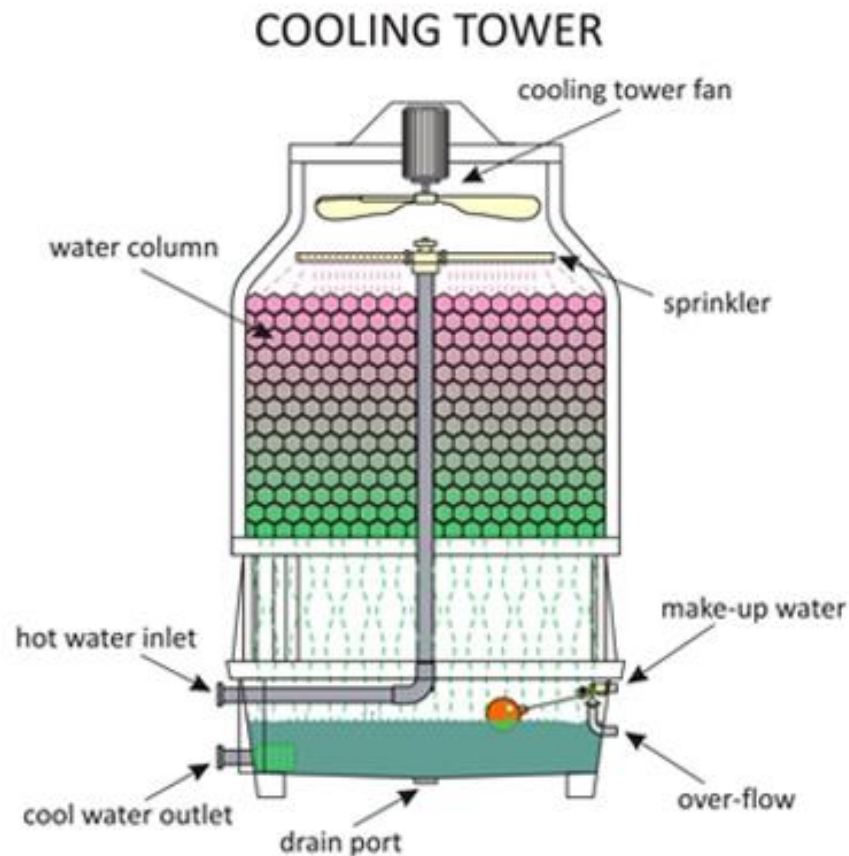
کندانسور تبخیری از تبخیر آب برای دفع گرمای تقطیر استفاده می‌کند. سطح مرطوب لوله‌ها ضریب انتقال حرارت بالایی ایجاد می‌کند. مصرف آب نسبت به برج خنک‌کن کمتر است. این سیستم‌ها به‌ویژه در کاربردهای صنعتی بسیار کارآمد هستند.

انتخاب، مزایا و محدودیت‌ها



کندانسور تبخیری دمای تقطیر پایین و مصرف انرژی کمتر دارد. با این حال، نیازمند نگهداری منظم و کنترل میکروبی است. انتخاب نوع کندانسور به اقلیم، مصرف انرژی و هزینه نگهداری وابسته است. طراحی صحیح کندانسور نقش کلیدی در پایداری سیستم تبرید دارد.

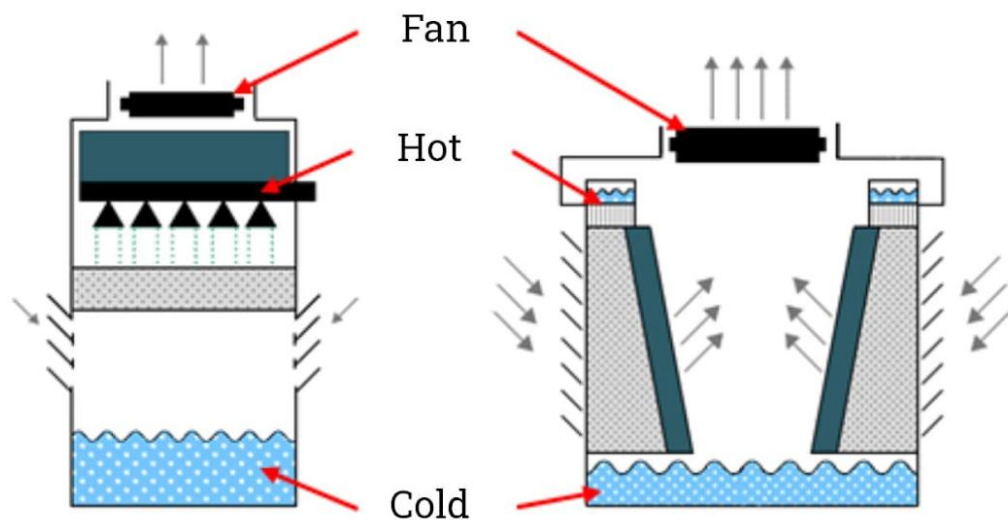
نقش و ساختار برج خنک‌کننده



برج خنک‌کننده وسیله‌ای برای خنک‌سازی تبخیری آب در گردش کندانسور است. در این تجهیز، آب با تماس مستقیم با هوای محیط خنک می‌شود. اکثر برج‌های مورد استفاده در تهویه مطبوع از نوع مکش مکانیکی هستند. اجزای اصلی شامل فن، پکینگ، حوضچه، سیستم توزیع آب و بدنه است.

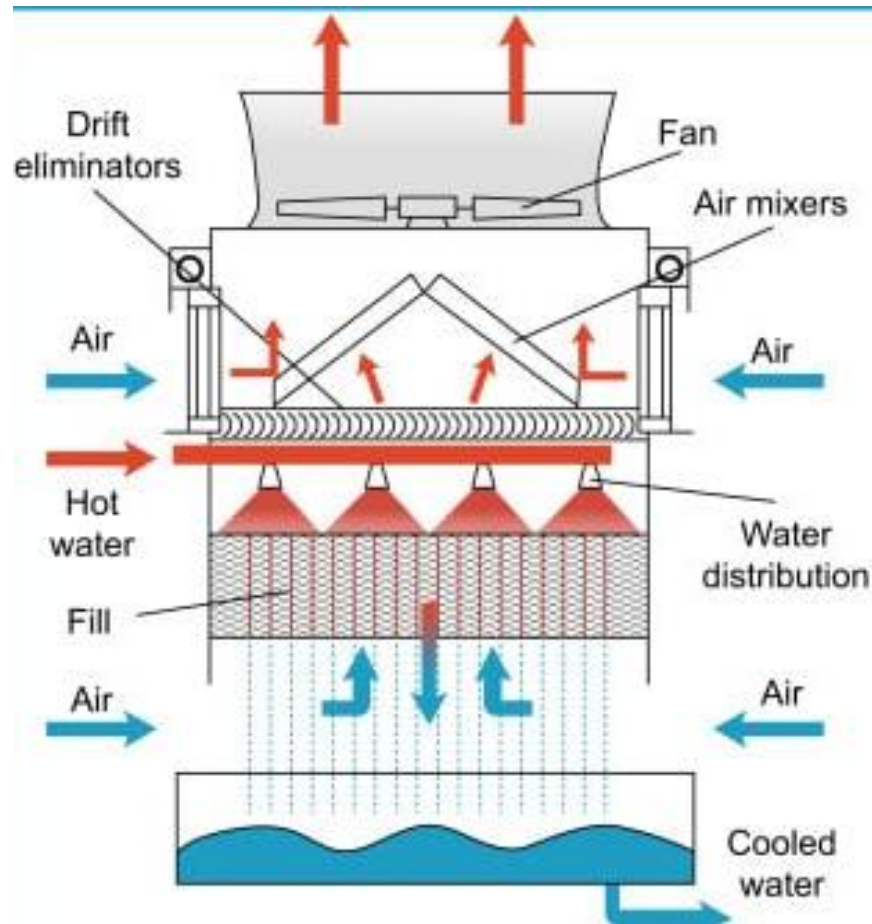
طبقه‌بندی برج‌های خنک‌کننده

Induced Draft



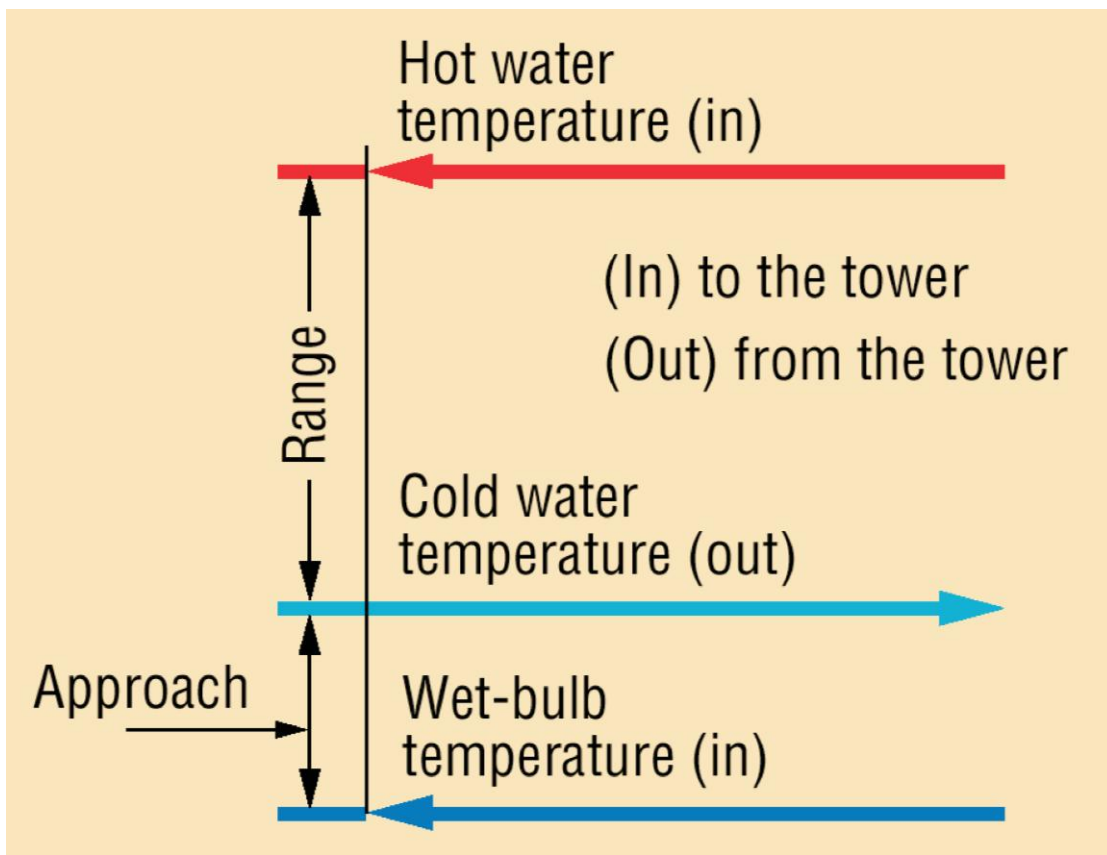
برج‌های مکانیکی بر اساس آرایش جریان هوا و آب دسته‌بندی می‌شوند. سه نوع رایج شامل جریان مخالف مکشی، جریان متقاطع مکشی و جریان مخالف دمشی است. آرایش جریان تأثیر مستقیمی بر راندمان و ابعاد برج دارد. انتخاب نوع برج تابع شرایط پروژه و محدودیت‌های سایت است.

برج جریان مخالف مکشی



در این برج، فن در خروجی هوا و بالای پکینگ قرار دارد. هوا و آب در جهت مخالف یکدیگر حرکت می‌کنند. خشک‌ترین هوا با سردترین آب تماس پیدا می‌کند. این آرایش بالاترین راندمان حرارتی را فراهم می‌کند.

تحلیل حرارتی و تعاریف پایه



عملکرد برج با مفاهیمی مانند رنج، اپروچ و بلودان توصیف می‌شود. رنج اختلاف دمای آب ورودی و خروجی برج است. اپروچ اختلاف دمای آب خروجی با دمای تر هوای ورودی است. این پارامترها شاخص اصلی کیفیت عملکرد برج هستند.

ضریب برج و انتقال جرم و حرارت

✓ Problem Summary

- Flow rate (Q) = 200 m³/hr
- Inlet temperature (T) = 32°C
- Outlet temperature (T_o = 32°C T_i = 38°C

2. Calculate capacity (C)

$$C = (Q \times 1000 \times \Delta T \times C_p) / 3024$$

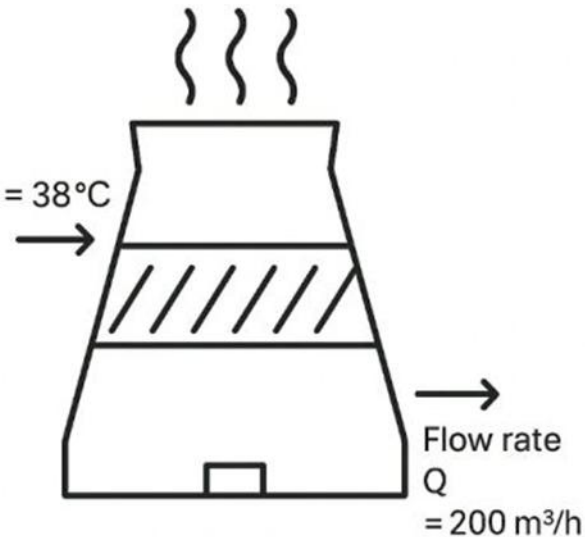
$$C = (200 \times 1000 \times 6 \times 1)$$

$$C = 396.8 \text{ TR}$$

The cooling tower capacity is 396,8 TR.

Step 2: Calculate capacity (C)

$$C = (20 \ 1000 \times \Delta T \times C_p) = 396,8 \text{ TR}$$



تحلیل حرارتی برج بر مبنای انتقال همزمان حرارت و جرم انجام می‌شود. ضریب برج یا NTU نشان‌دهنده اندازه و کیفیت پکینگ است. افزایش ضریب برج موجب افزایش راندمان می‌شود. این افزایش می‌تواند ناشی از پکینگ بهتر یا حجم بیشتر برج باشد.

ظرفیت، اندازه و نسبت آب به هوا

MESAN Water Cooling Towers

CALCULATIONS

3,900 Kcal/hr = 1 RT COOLING @ 27°C WBC

860 Kcal/hr = 1 Kw

Cooling capacity defined as: 13 l/min/ton

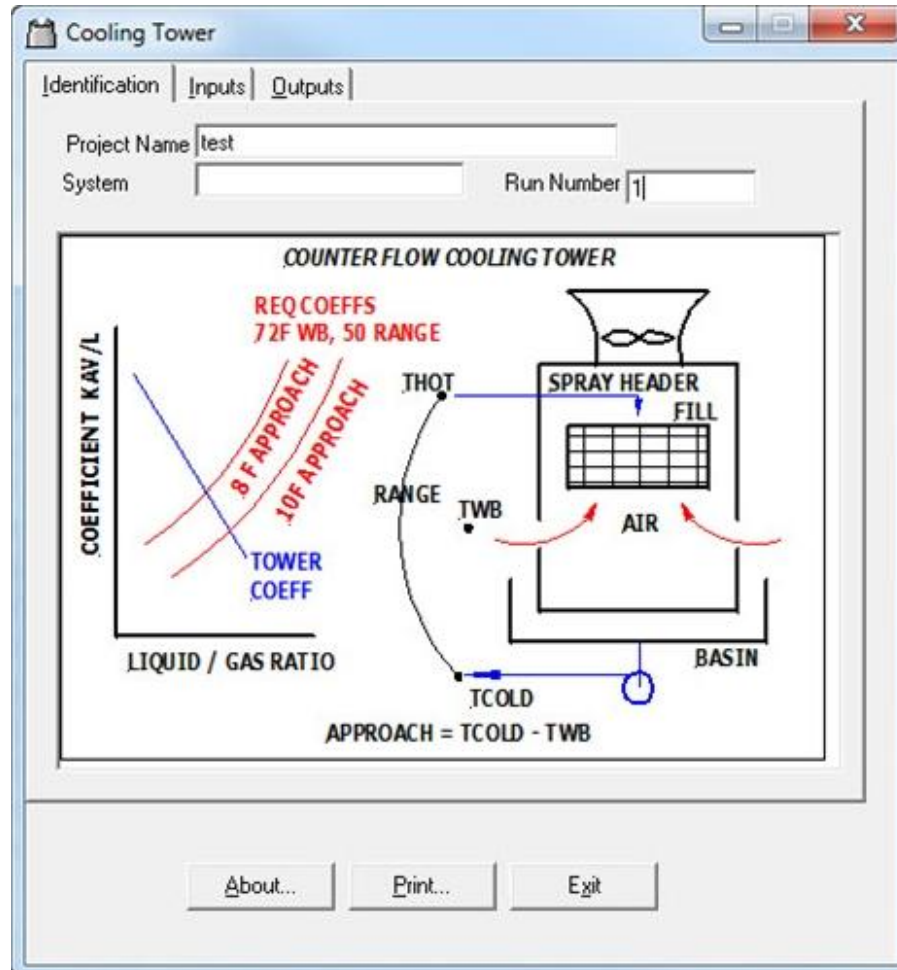
(1 RT = 3,900 Kcal/hr) at 27°C (WBT))

e.g. MS 40 = 13 l/min x 40 = 520 l/min

Nominal water flow is based on 1.0 cm³ / hr

ظرفیت برج برابر با گرمای دفع شده از آب کندانسور است. ابعاد برج عمدتاً به حجم پکینگ وابسته است. نسبت دبی آب به دبی هوا نقش کلیدی در عملکرد دارد. انتخاب نادرست این نسبت باعث کاهش راندمان می شود.

عوامل مؤثر بر عملکرد برج



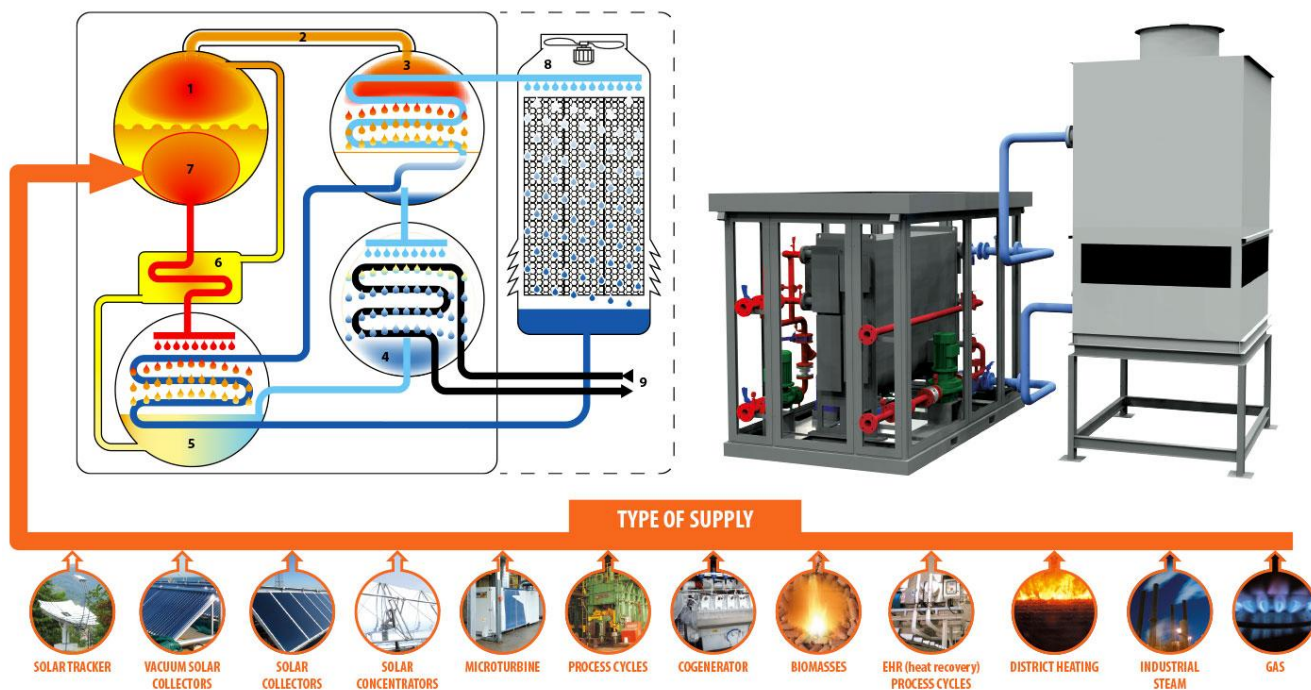
دمای تر هوای محیط مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده عملکرد است. کاهش اپروچ باعث کاهش دمای تقطیر اما افزایش اندازه برج می‌شود. پیکربندی پکینگ و توزیع یکنواخت آب اهمیت حیاتی دارد. شرایط اقلیمی مستقیماً طراحی برج را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

پکینگ، توزیع آب و مصالح ساخت



پکینگ‌ها سطح تماس آب و هوا را افزایش می‌دهند. دو نوع رایج شامل اسپلش‌بار و پکینگ فیلمی PVC هستند. سیستم توزیع آب یکنواخت، کلید دستیابی به عملکرد مطلوب است. انتخاب مصالح مقاوم در برابر خوردگی، دوام برج را تضمین می‌کند.

معرفی سیستم‌های تبرید جذبی



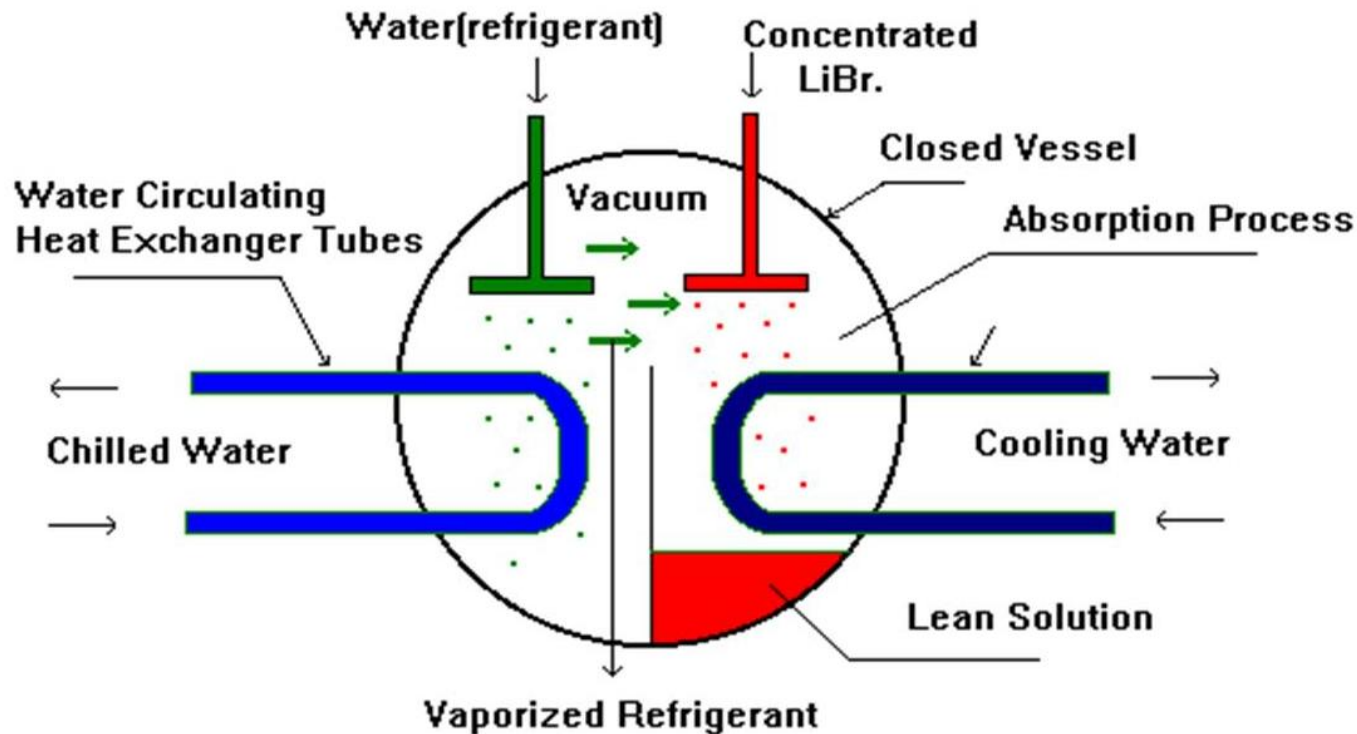
سیستم‌های تبرید جذبی از انرژی حرارتی برای تولید سرمایش یا گرمایش استفاده می‌کنند. در این سیستم‌ها، انرژی گرمایی جایگزین انرژی الکتریکی در فرآیند تراکم می‌شود. محلول آبی لیتیوم بروماید-آب رایج‌ترین جفت کاری در چیلرهای جذبی است. این سیستم‌ها به‌ویژه برای بازیافت گرمای اتلافی اهمیت دارند.

انواع سیستم‌های جذبی



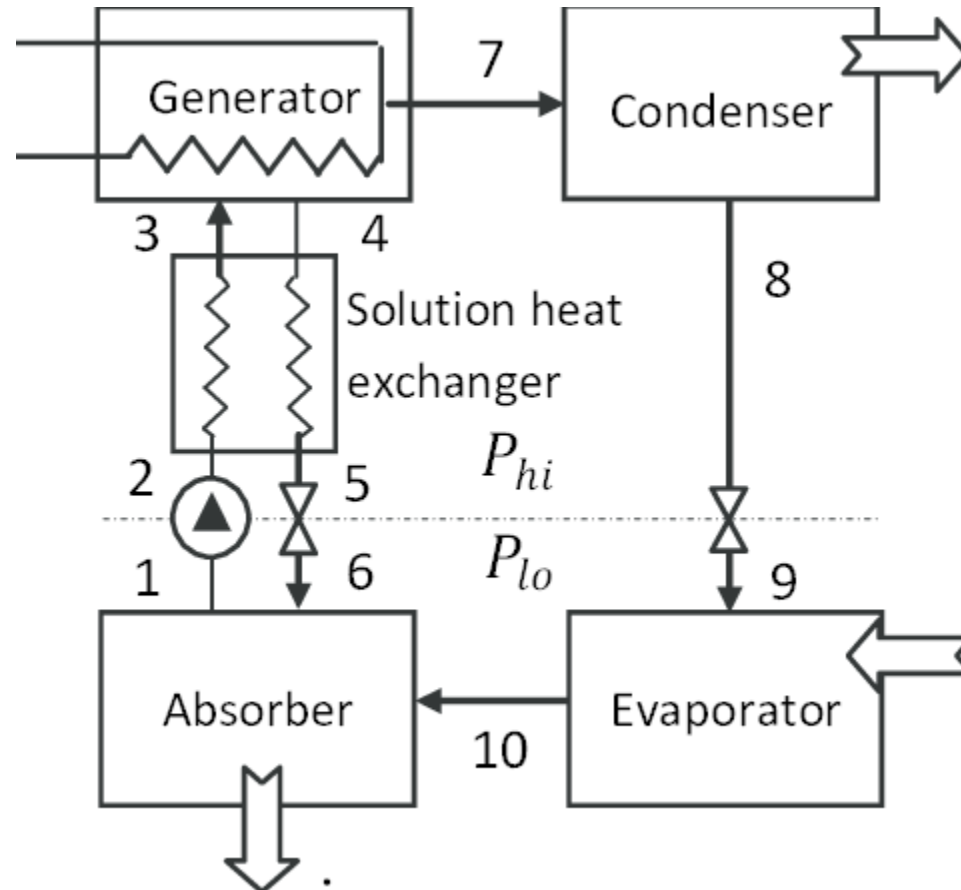
چیلر جذبی برای تولید سرمایش به کار می‌رود. چیلر-هیتر جذبی امکان سرمایش و گرمایش را فراهم می‌کند. پمپ حرارتی جذبی گرمای محیط را تقویت و به مدار گرمایش منتقل می‌کند. ترانسفورماتور حرارتی جذبی دمای گرمای اتلافی را افزایش می‌دهد.

سیر تاریخی و توسعه فناوری



در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، چیلرهای جذبی بخار به‌طور گسترده استفاده می‌شدند. پس از بحران انرژی ۱۹۷۳، راندمان پایین این سیستم‌ها مشکل‌ساز شد. چیلرهای جذبی تک‌اثره توان رقابت با چیلرهای تراکمی را نداشتند. توسعه چیلرهای جذبی دو‌اثره، نقطه عطف بازگشت این فناوری بود.

تحلیل اقتصادی سیستم جذبی



ارزیابی اقتصادی باید شامل تجهیزات جانبی مانند برج خنک‌کن و پمپ‌ها باشد. هزینه انرژی کمکی در سیستم جذبی معمولاً بالاتر از نوع الکتریکی است. در پروژه‌های با تعرفه بالای برق، سیستم جذبی مزیت اقتصادی دارد. دوره بازگشت سرمایه اغلب چندساله و قابل قبول است.

کاربردها و جایگاه صنعتی



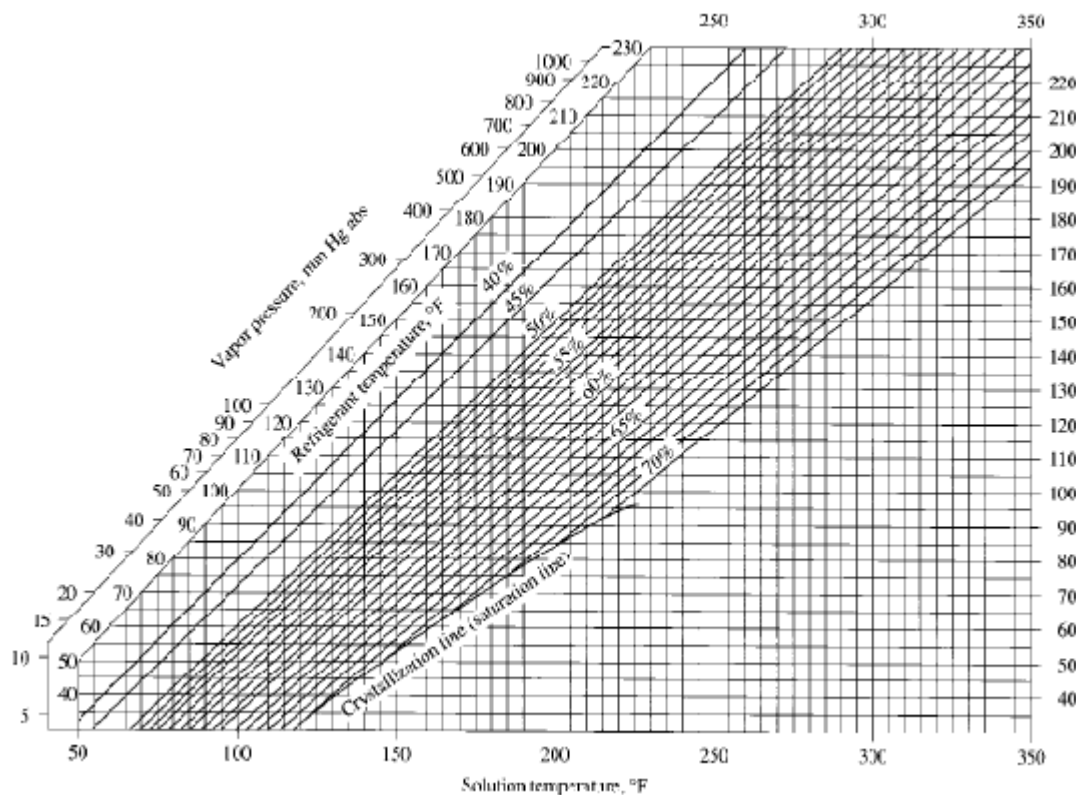
چیلرهای جذبی سهم محدودی از بازار جهانی دارند. این سیستم‌ها برای ساعات اوج مصرف برق بسیار مناسب هستند. ترکیب چیلر جذبی و تراکمی راهکاری رایج در پروژه‌های بزرگ است. استفاده از آب به‌عنوان مبرد، مزیت زیست‌محیطی مهمی ایجاد می‌کند.

خواص محلول لیتیوم بروماید-آب

LiBr

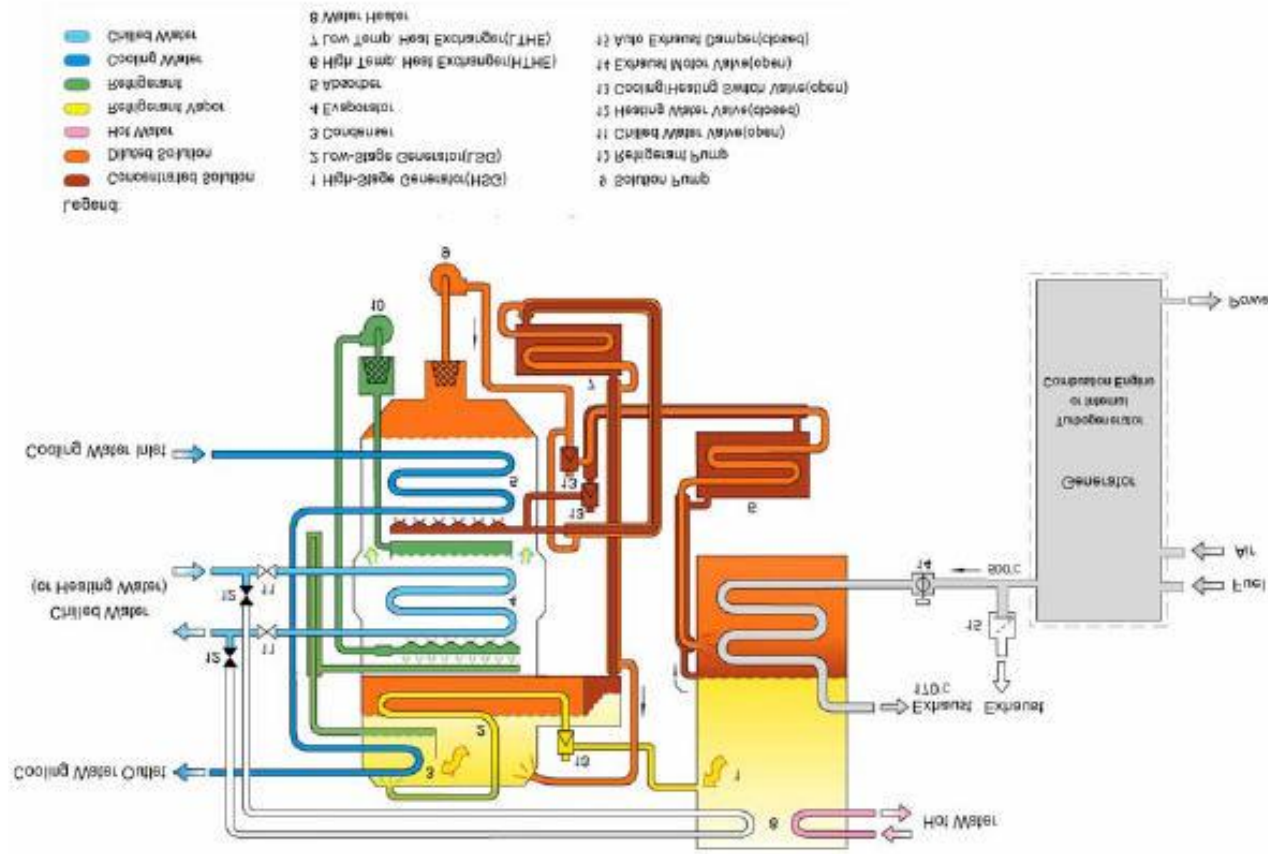
ترکیب محلول با کسر جرمی لیتیوم بروماید توصیف می‌شود. افزایش غلظت LiBr فشار بخار محلول را کاهش می‌دهد. این ویژگی امکان جذب بخار آب در فشارهای بسیار پایین را فراهم می‌کند. رفتار تعادلی محلول مبنای عملکرد سیستم جذبی است.

نمودارهای تعادلی و آنتالپی-غلظت



نمودار تعادلی، رابطه دما، فشار و غلظت را نشان می‌دهد. خط تبلور حد ایمنی عملکرد محلول را مشخص می‌کند. نمودار آنتالپی-غلظت انرژی محلول را توصیف می‌کند. کنترل دقیق شرایط، مانع کریستالیزاسیون LiBr می‌شود.

ساختار چیلر جذبی دواثره



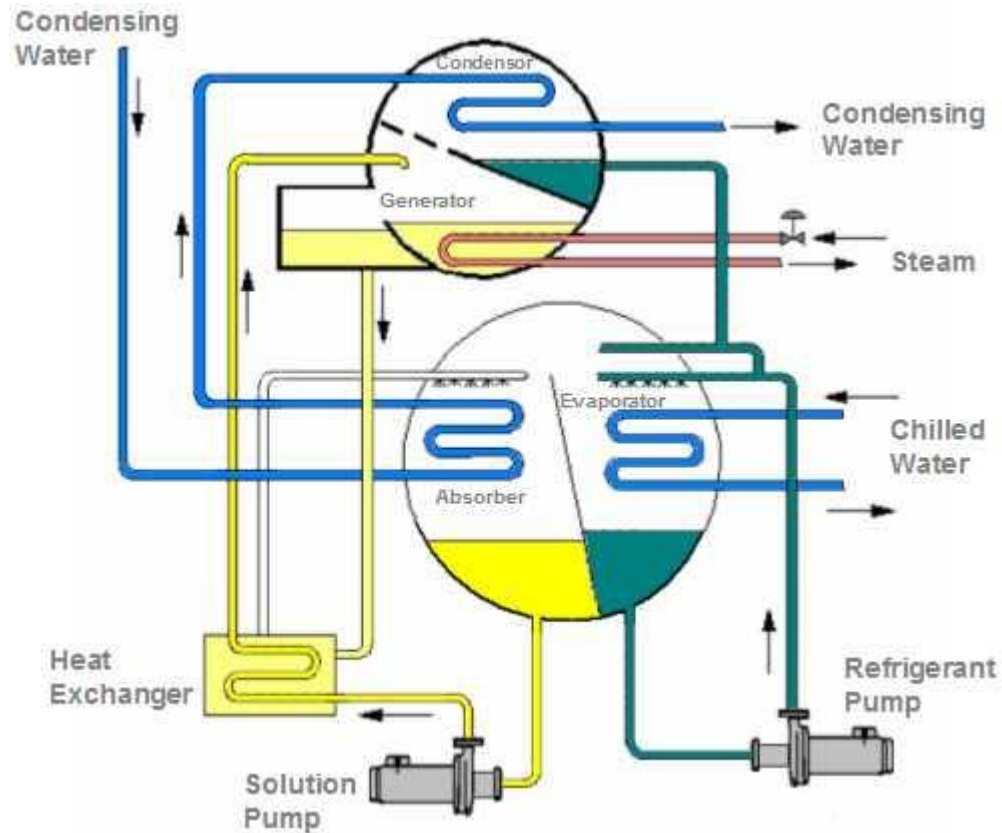
چیلر جذبی دواثره شامل دو ژنراتور دما بالا و پایین است. آب به عنوان مبرد و LiBr به عنوان جاذب عمل می کند. مبدل های حرارتی داخلی نقش کلیدی در افزایش COP دارند. این آرایش نسبت به سیستم تک اثره راندمان بالاتری دارد.

اجزای اصلی و واحد تخلیه هوا



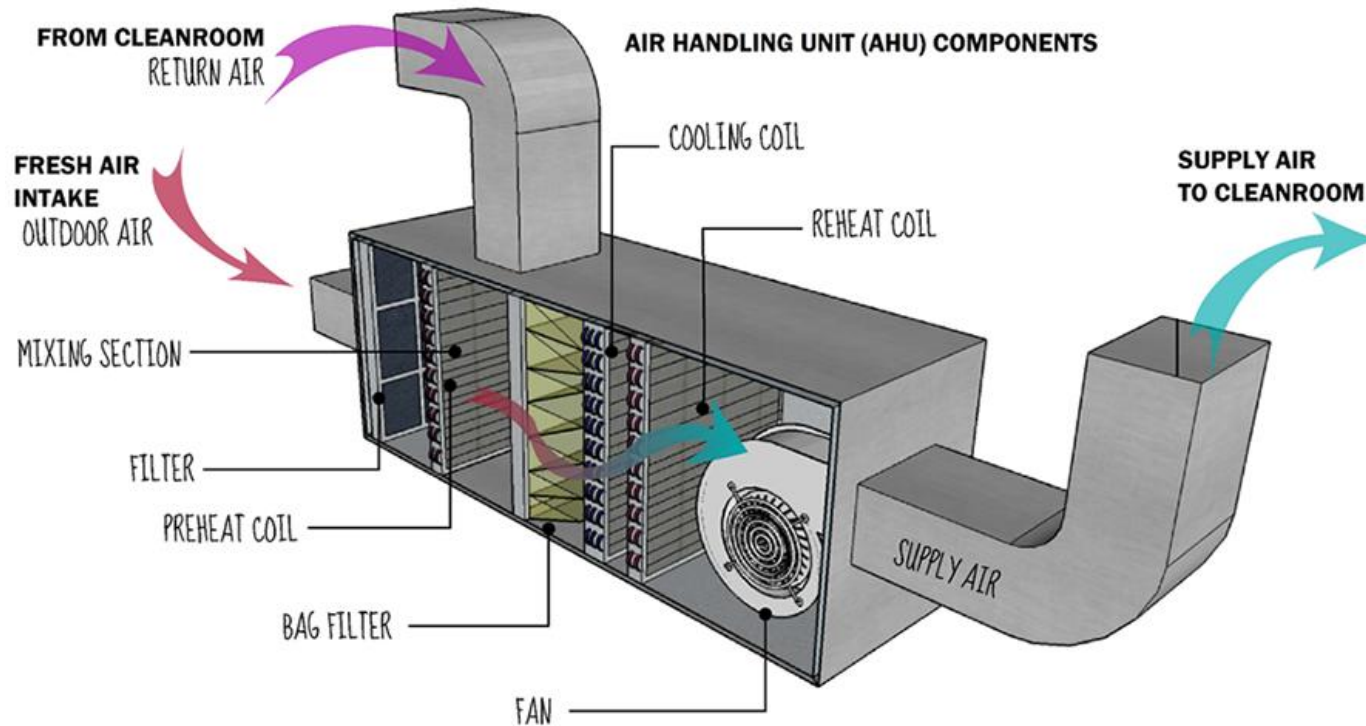
اوپراتور، ابزوربر، ژنراتورها و کندانسور
هسته اصلی سیستم‌اند. پمپ‌ها وظیفه
جابه‌جایی محلول و مبرد را بر عهده
دارند. نفوذ گازهای غیرقابل تقطیر
اجتناب‌ناپذیر است. واحد تخلیه هوا
برای حفظ خلأ و عملکرد پایدار
ضروری است.

سیکل جریان محلول و مبرد



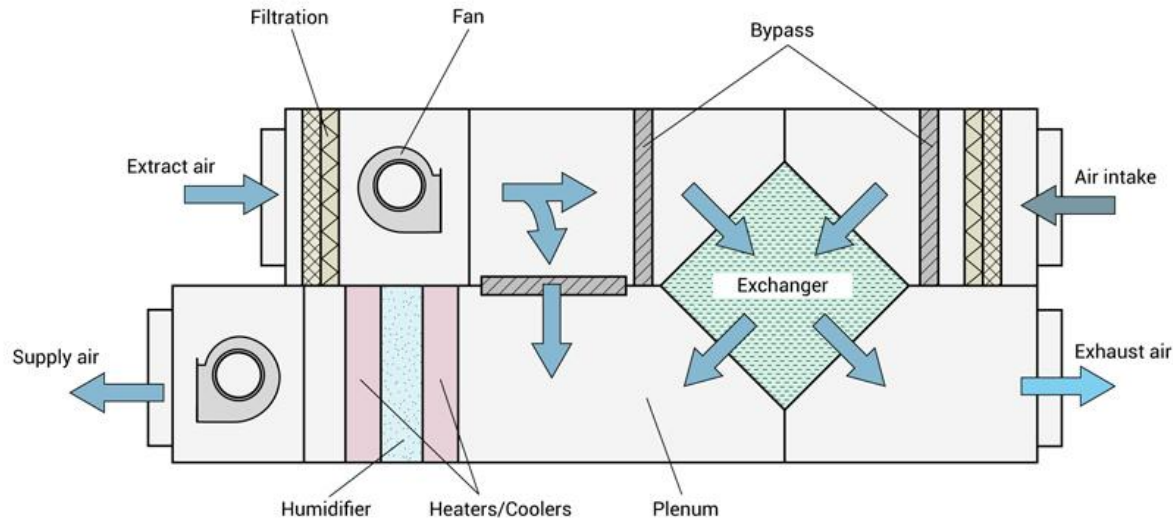
سیکل جذبی به سه ناحیه فشار بالا، متوسط و پایین تقسیم می‌شود. محلول رقیق، نیمه‌غلظ و غلیظ به‌طور پیوسته در گردش است. جذب، تبخیر، تغلیظ و تقطیر به‌صورت زنجیره‌ای انجام می‌شوند. آرایش جریان معکوس موازی، یکی از بهینه‌ترین سیکل‌های عملیاتی است.

نقش و جایگاه هواساز



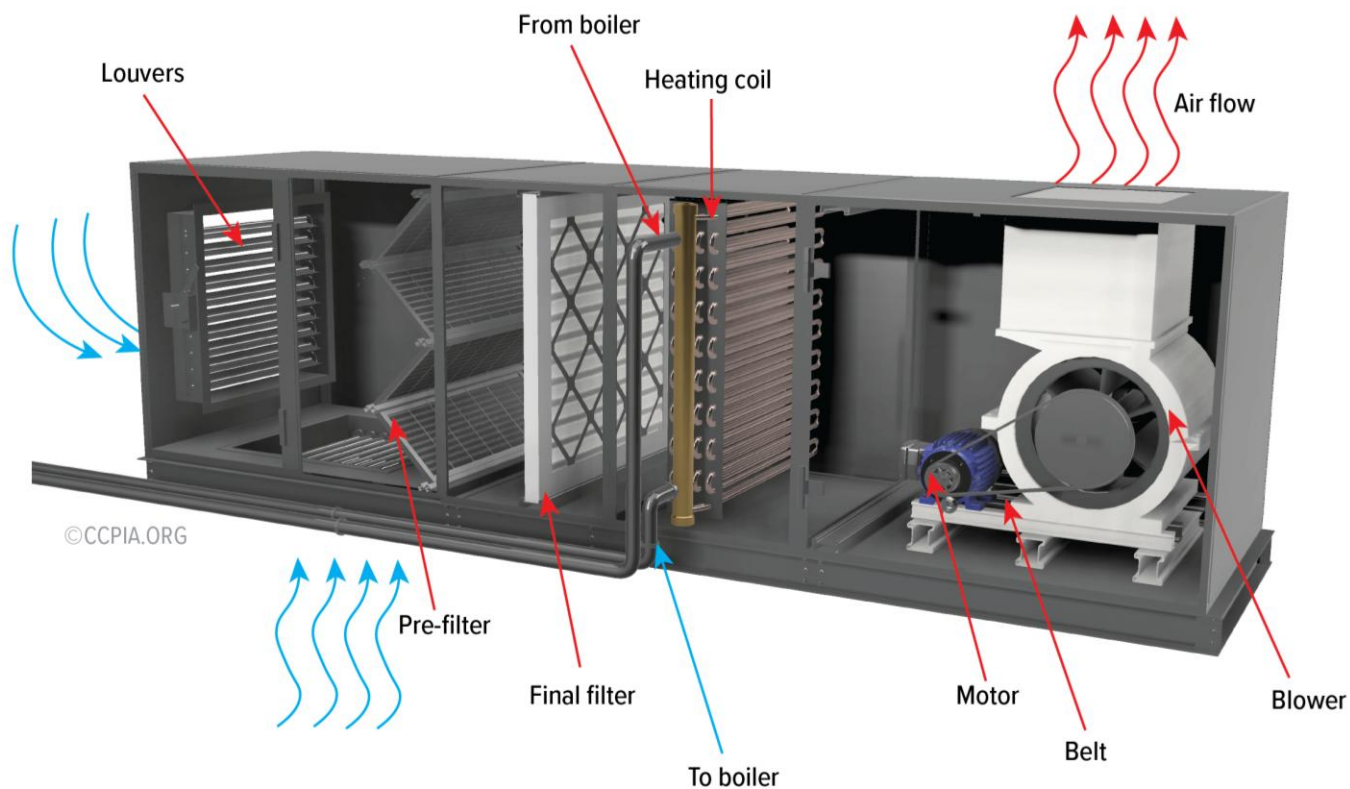
هواساز قلب سیستم هوارسانی در سامانه‌های مرکزی هیدرونیک است. این تجهیز وظیفه اختلاط، تصفیه، سرمایش، گرمایش و توزیع هوا را بر عهده دارد. هوای بیرون و برگشتی در آن ترکیب و به شرایط مطلوب می‌رسند. سپس هوا با نیروی فن به فضاهای مختلف هدایت می‌شود.

ساختار کلی و دامنه عملکرد



هواسازها اغلب به صورت مدولار طراحی می‌شوند. اجزای اصلی شامل باکس اختلاط، فن، کویل، فیلتر و بخش کنترل است. بسته به کاربرد، اجزای کمکی مانند رطوبت زن و کویل پیش گرمایش افزوده می‌شود. دبی هوای هواسازها از مقیاس کوچک تا بسیار بزرگ متغیر است.

طبقه‌بندی افقی و عمودی



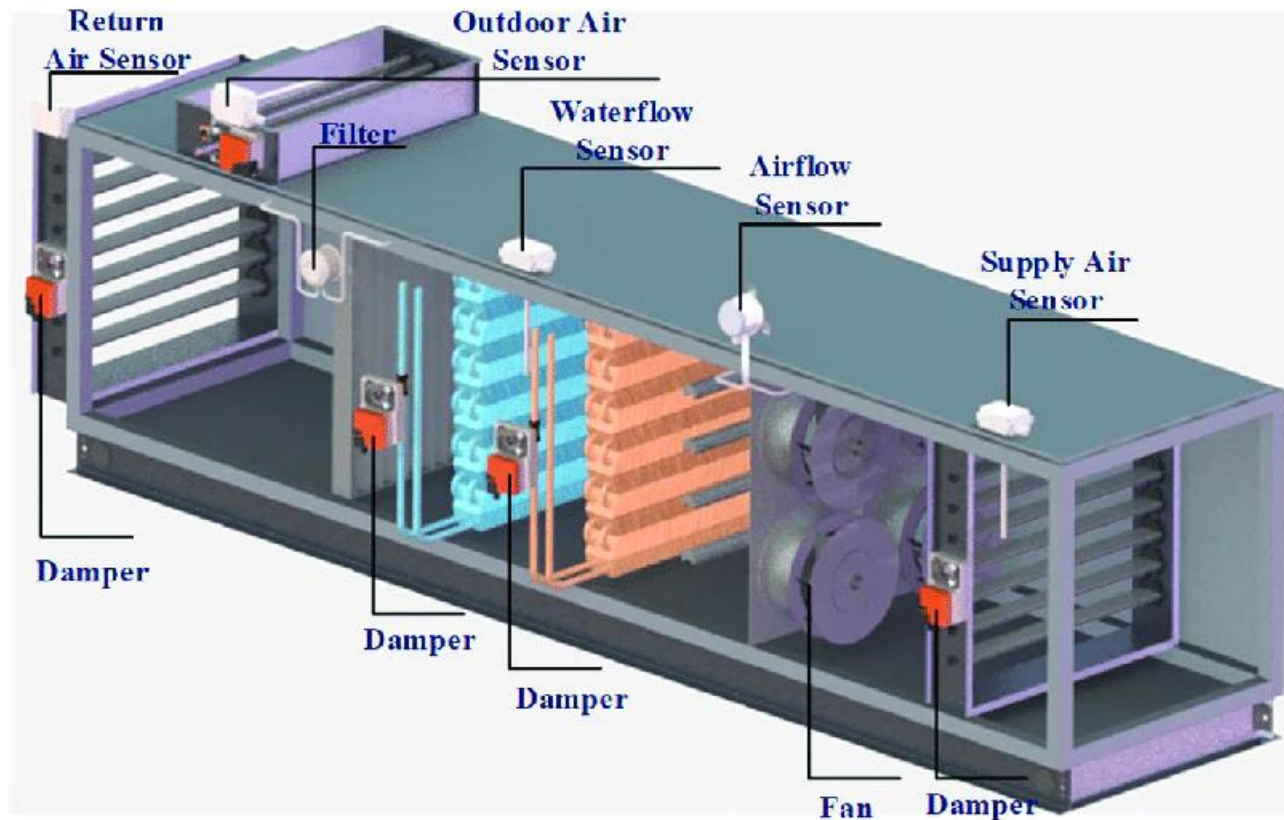
در هواساز افقی، فن، کویل و فیلتر هم‌سطح نصب می‌شوند. این نوع نیازمند فضای کف بیشتری است و اغلب در موتورخانه استفاده می‌شود. هواساز عمودی فضای کمتری اشغال می‌کند و ارتفاع آن محدود است. کنترل صدا و ارتعاش در هر دو نوع اهمیت بالایی دارد.

مکشی Draw-Through و دهشی Blow-Through



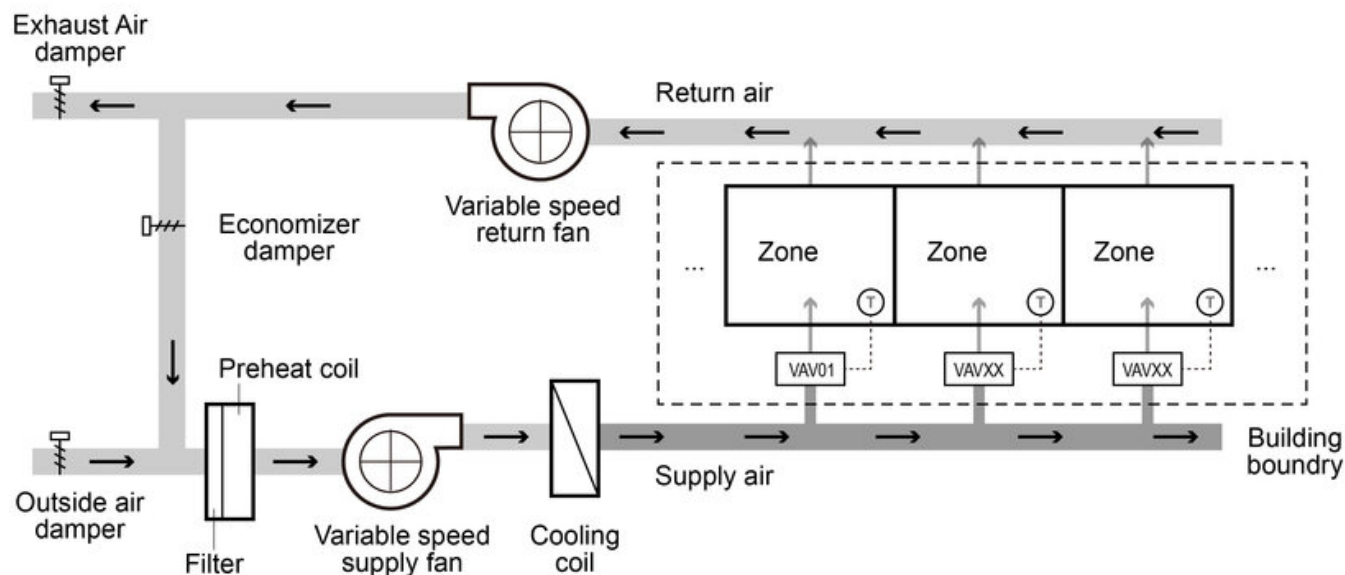
در نوع مکشی، فن پس از کویل قرار دارد و هوا از روی کویل مکش می‌شود. این آرایش توزیع یکنواخت هوا روی سطح کویل را تضمین می‌کند. در نوع دهشی، فن پیش از کویل نصب می‌شود و هوا به کویل دمیده می‌شود. هواسازهای چندمنطقه‌ای معمولاً از نوع دهشی هستند.

هواساز هوای تازه و هواساز اختلاطی



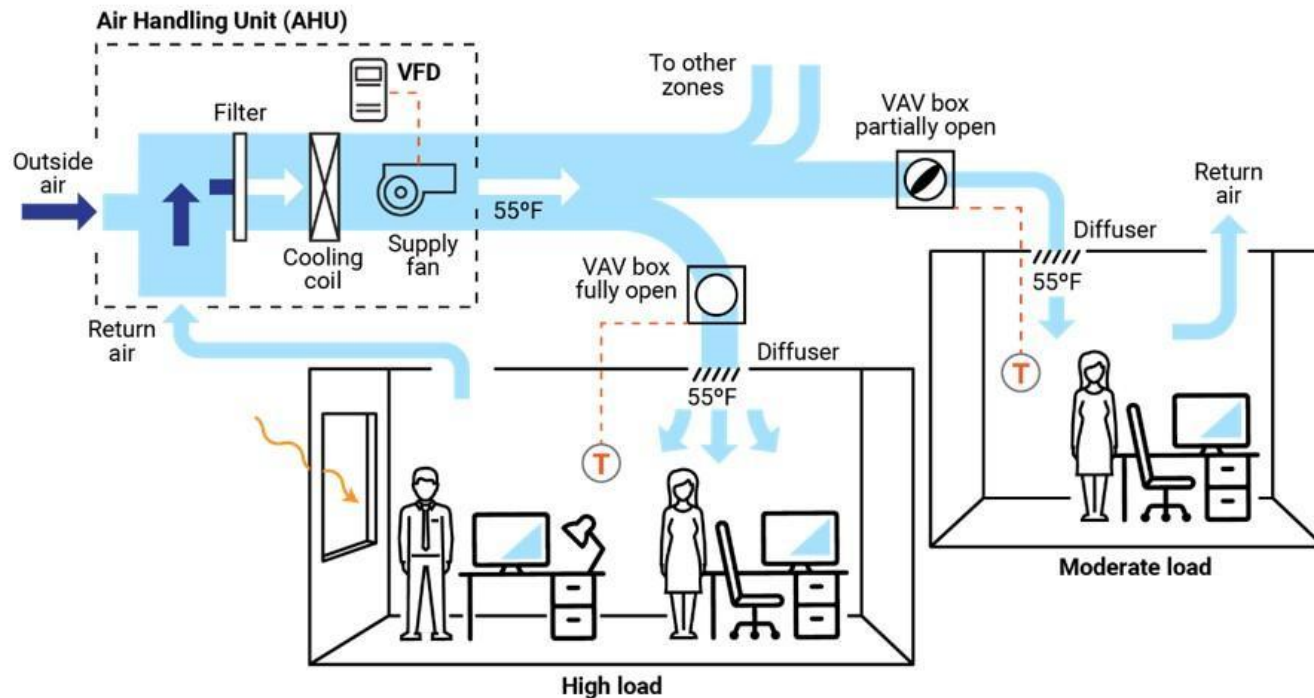
هواساز اختلاطی ترکیبی از هوای بیرون و برگشتی را شرطی می‌کند. هواساز هوای تازه فقط با هوای بیرون کار می‌کند و برگشت ندارد. در این نوع، کویل سرمایش عمیق‌تر و چندردیفه‌تر انتخاب می‌شود. بازیابی انرژی و حفاظت یخ‌زدگی در آن اهمیت ویژه دارد.

هواساز تک منطقه‌ای و چند منطقه‌ای



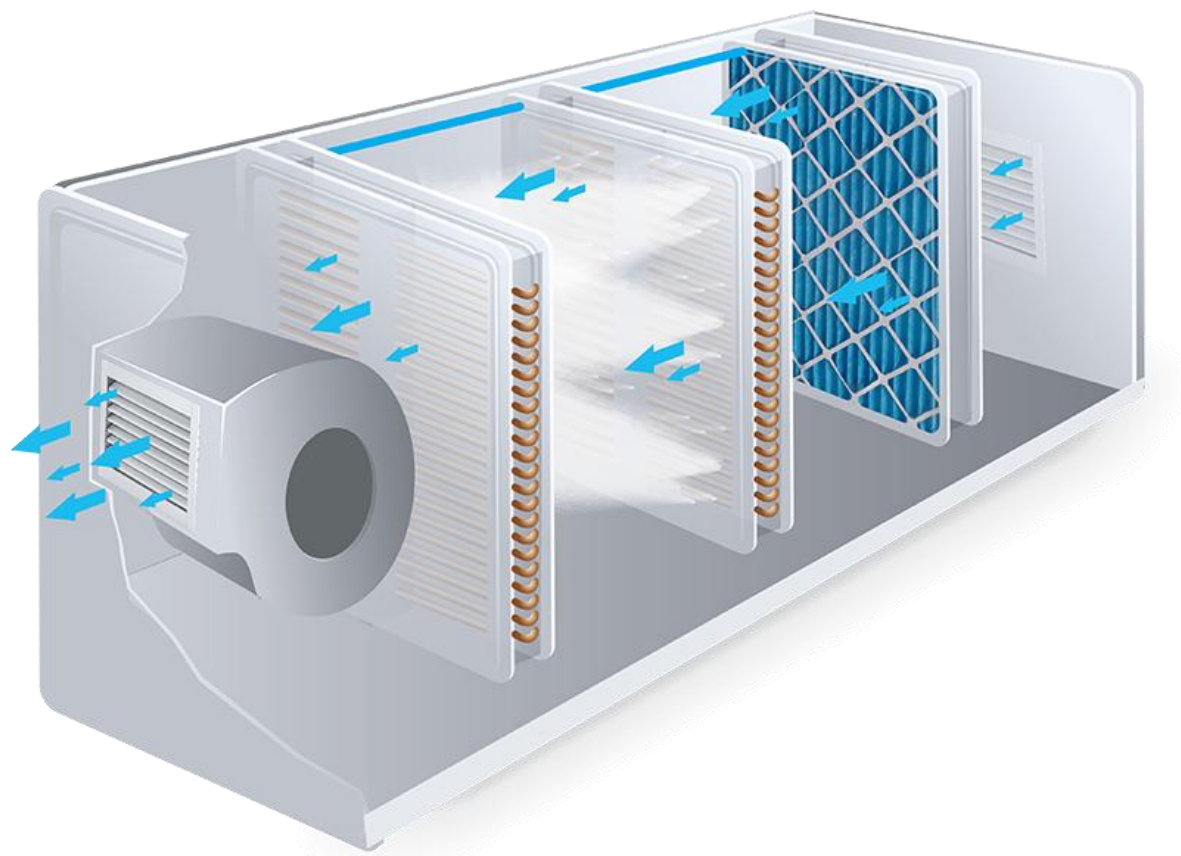
هواساز تک منطقه‌ای تنها یک ناحیه را تغذیه می‌کند. هواساز چند منطقه‌ای چند ناحیه با نیازهای متفاوت را پوشش می‌دهد. سیستم‌های قدیمی چندکاناله به دلیل اتلاف انرژی منسوخ شده‌اند. امروزه ترکیب هواساز چند منطقه‌ای با VAV رایج است.

اجزای اصلی: بدنه، فن و کویل



بدنه دوجداره عایق‌بندی حرارتی و بهداشتی بهتری فراهم می‌کند. فن‌های سانتریفیوژ با پره خمیده عقب رانده‌مان بالا و صدای کمتر دارند. کویل‌ها شامل سرمایشی، گرمایشی و پیش‌سردکن هستند. حفاظت یخ‌زدگی و تخلیه صحیح کندانس از الزامات طراحی است.

فیلتراسیون، رطوبت‌زن و بخش هوای بیرون



فیلترها نقش کلیدی در کیفیت هوای داخل دارند. فیلترهای کیسه‌ای و کارتریجی جایگزین فیلترهای قدیمی شده‌اند. رطوبت‌زن‌ها در مراکز درمانی و صنعتی ضروری هستند. محل ورودی هوای تازه مستقیماً بر IAQ تأثیر می‌گذارد.

آرایش اجزا و سرعت روی کویل

$$V = Q / A$$

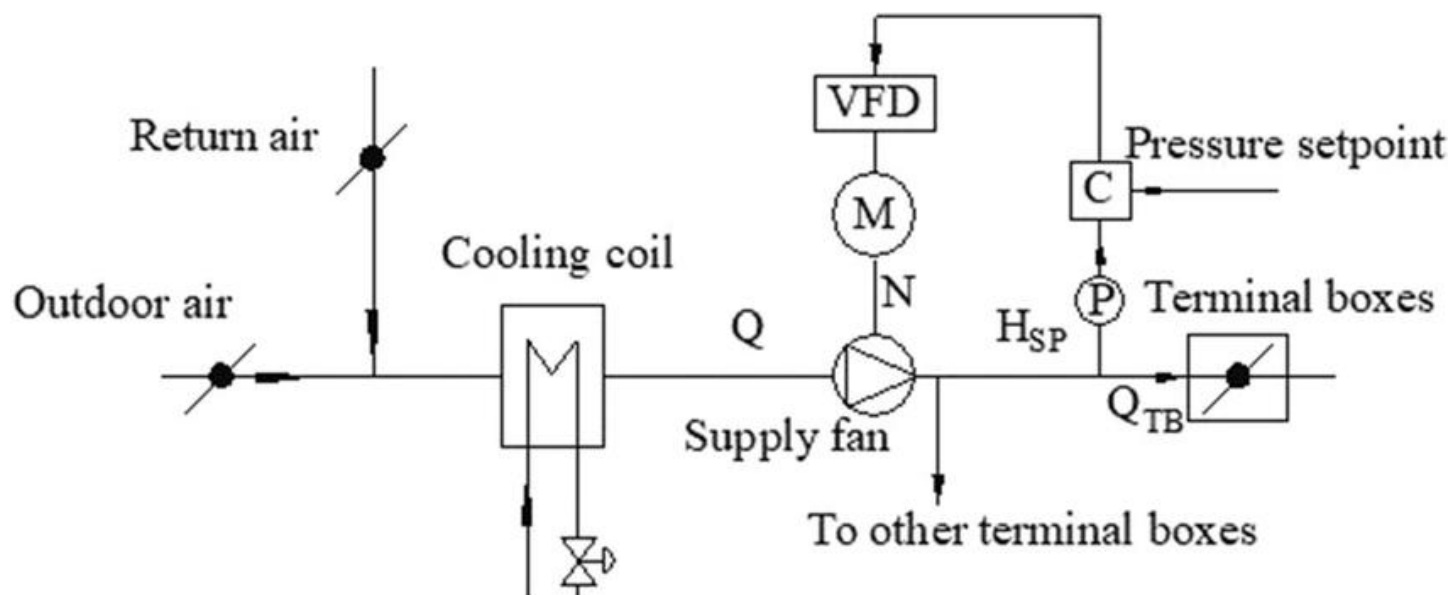
V = Air velocity (m/s or ft/min)

Q = Airflow rate (m³/s or cfm)

A = Duct cross-sectional area (m² or ft²)

چیدمان اجزا در هواساز باید توالی منطقی داشته باشد. کویل پیش‌گرمایش برای جلوگیری از یخ‌زدگی پیش از کویل سرمایش نصب می‌شود. سرعت روی کویل عامل اصلی تعیین ابعاد هواساز است. مقادیر بیش از حد باعث افت فشار و پرتاب قطرات آب می‌شود.

انتخاب هواساز و ملاحظات طراحی



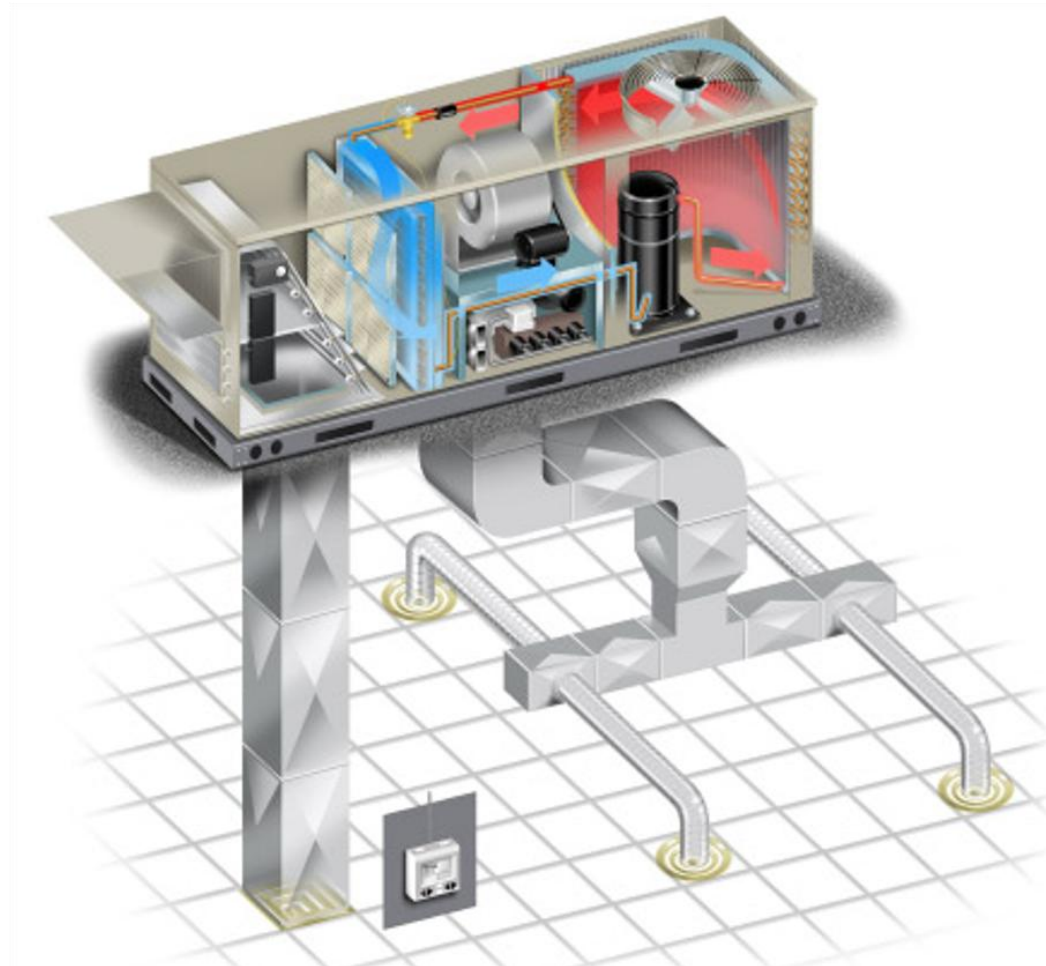
انتخاب هواساز بر اساس دبی، فشار، راندمان و کنترل انجام می‌شود. فن، کویل و سیستم کنترل باید هماهنگ انتخاب شوند. تحلیل انرژی در بار جزئی نقش تعیین‌کننده دارد. هواساز مناسب، آسایش حرارتی و کیفیت هوای پایدار را تضمین می‌کند.

تعریف و جایگاه Packaged Unit



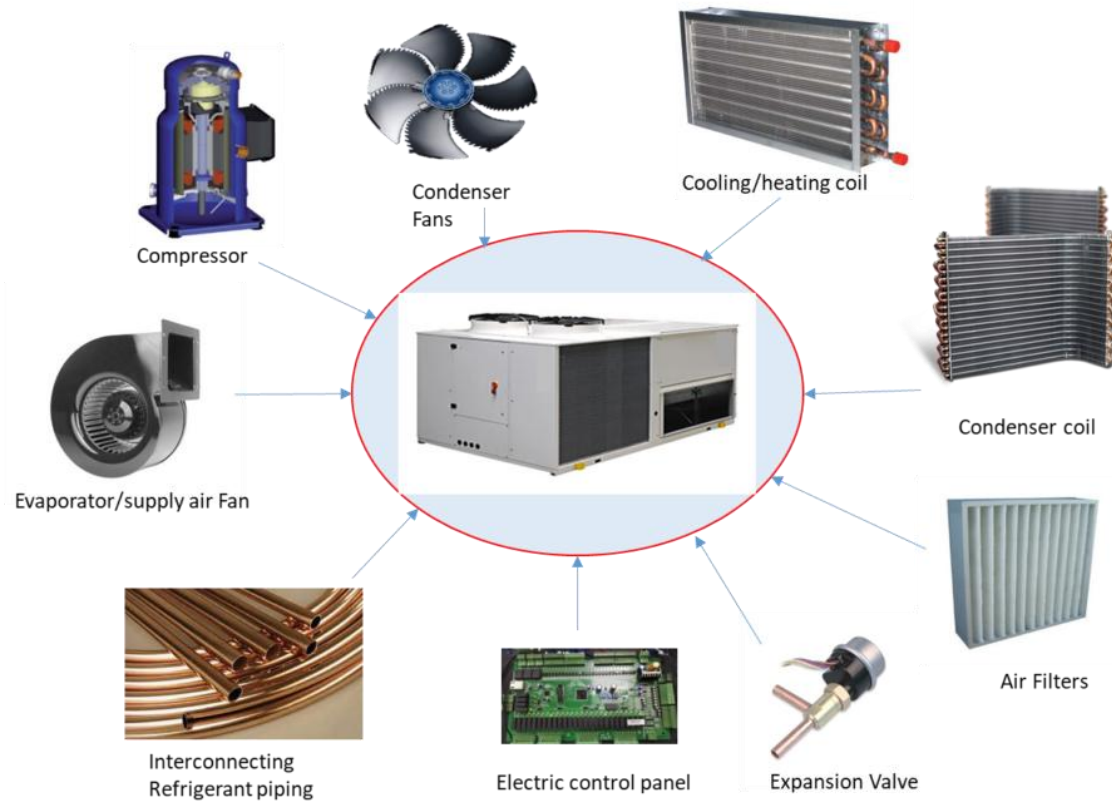
یونیت پکیج یک سیستم تهویه مطبوع یکپارچه و مستقل است. این تجهیز هم عمل سرمایش و گرمایش را انجام می‌دهد و هم نیروی محرکه توزیع هوا را فراهم می‌کند. تمام اجزای اصلی تبرید و گرمایش در یک یا دو مجموعه کارخانه‌ای قرار دارند. یونیت پکیج، تجهیز اصلی سیستم‌های Unitary محسوب می‌شود.

تفاوت AHU و Packaged Unit



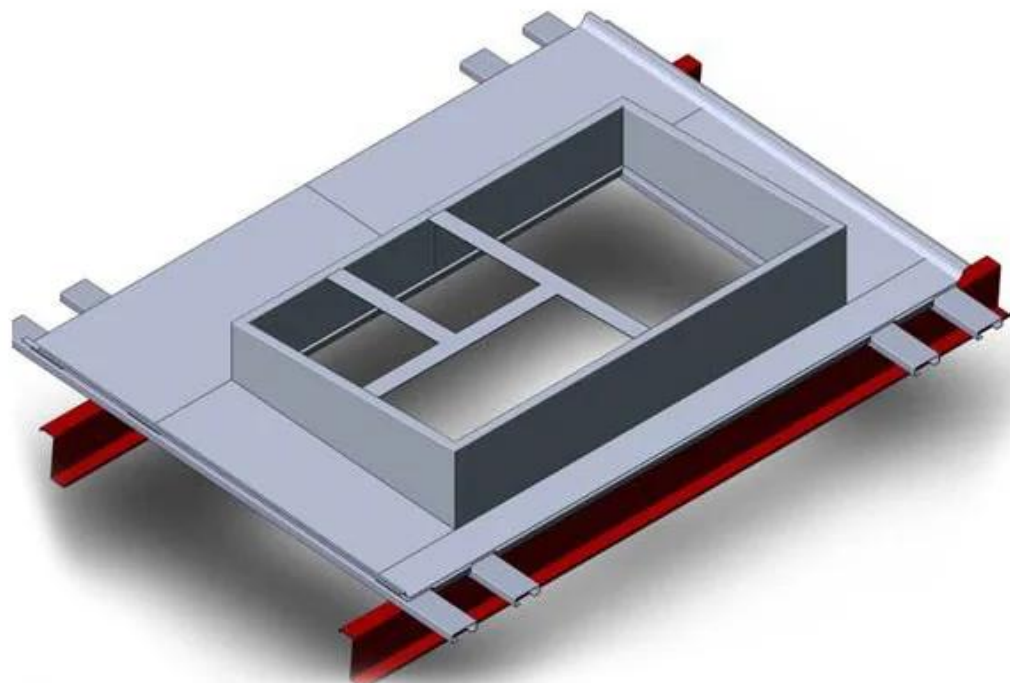
در یونیت پکیج، سرمایش همیشه توسط کویل DX انجام می‌شود. این ویژگی، تفاوت اساسی آن با هواسازهای مبتنی بر آب سرد است. بخش هوارسان در یونیت پکیج Air Handler نامیده می‌شود. بخش دیگر شامل کمپرسورها و کندانسور است.

اجزای اصلی روفتاپ پکیج



بخش هوارسان شامل: بدنه، فن داخلی، کوئل DX، فیلتر، باکس اختلاط و کنترلرها است. بخش تبرید شامل کمپرسورها و کندانسور می باشد. گرم کن گازی، فن برگشت و رطوبت زن اجزای اختیاری هستند.

فن‌ها، کویل DX و کِرب Curb



کویل DX دارای تعداد ردیف و فین ثابت برای هر مدل است. به دلیل تر بودن کویل، طراحی سینی و تخلیه کندانس اهمیت دارد. یونیت روی کِرب نصب می‌شود که اتصال آب‌بند و سازه‌ای را فراهم می‌کند. ارتفاع کرب باید با شیب بام و بار باد سازگار باشد.

سیستم گرمایش و کمپرسورها



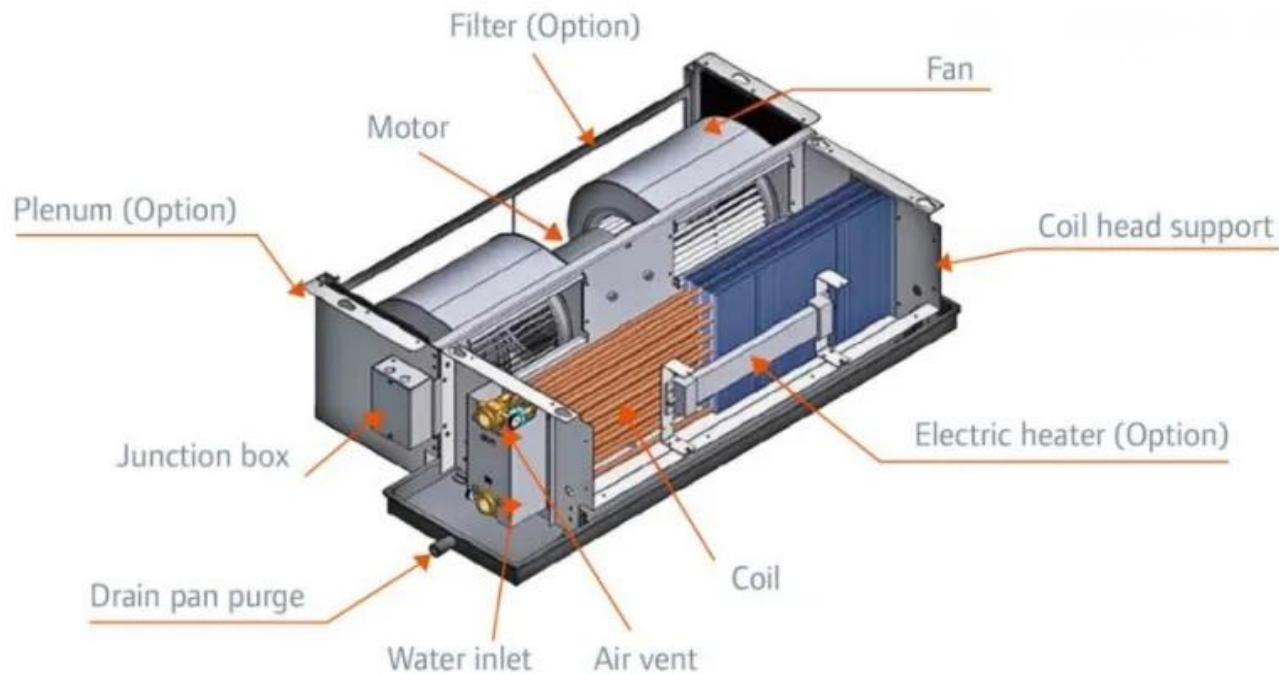
گرمایش می‌تواند توسط کوره گازی یا هیتر الکتریکی انجام شود. مشعل‌ها دارای کنترل ایمنی و پایش شعله هستند. کمپرسورها معمولاً اسکرال یا رفت‌وبرگشتی هستند. در یونیت‌های بزرگ، چند کمپرسور برای کنترل مرحله‌ای استفاده می‌شود.

فن کویل چیست؟



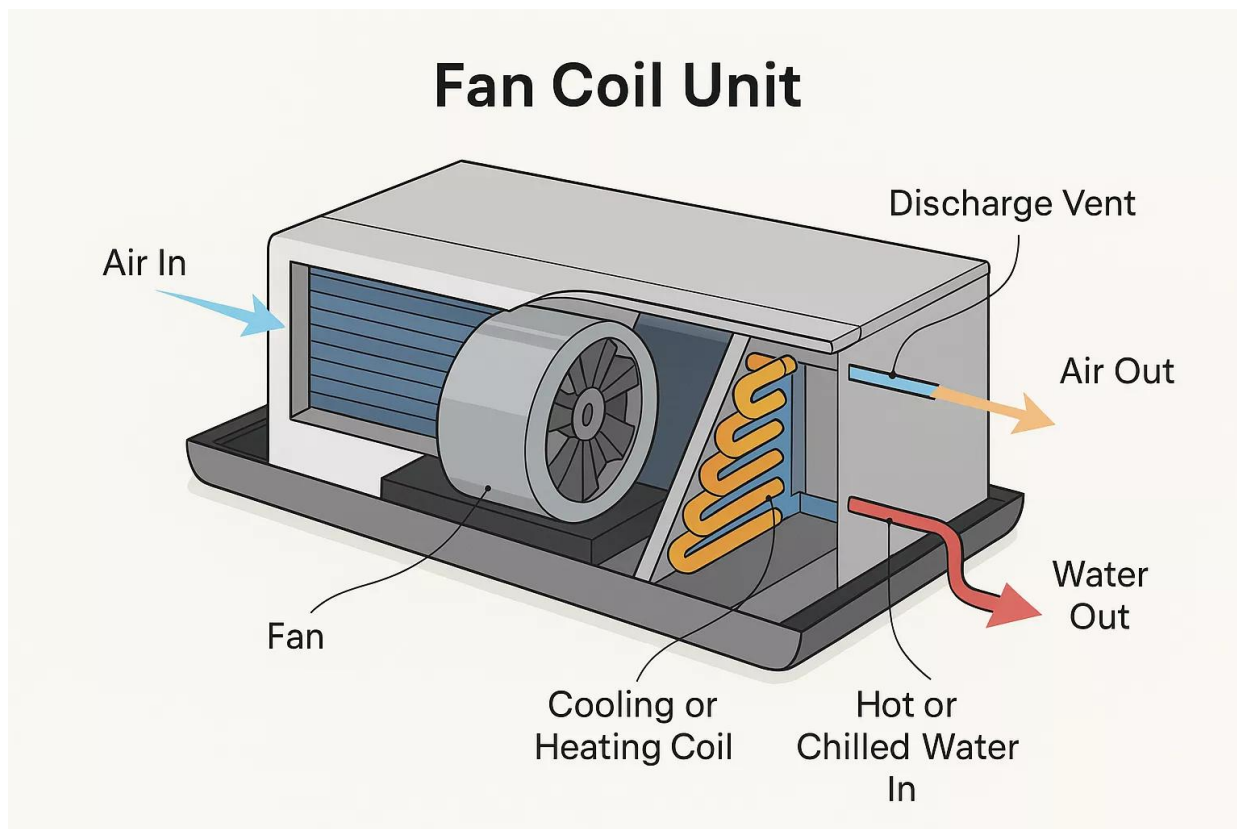
فن کویل Fan Coil Unit یک تجهیز انتهایی در سیستم‌های تهویه مطبوع آبی است. این دستگاه با عبور هوا از روی کویل آب سرد یا آب گرم، وظیفه سرمایش و گرمایش فضا را بر عهده دارد. فن کویل‌ها معمولاً در سیستم‌های چیلر-بویلر یا چیلر-هیتر پمپ استفاده می‌شوند. کنترل دمای فضا به صورت محلی و مستقل انجام می‌شود.

اجزای اصلی فن کویل



هر فن کویل از اجزای زیر تشکیل می‌شود: فن (سانتریفیوژ یا آکسیال) کویل (آب سرد / گرم) فیلتر هوا سینی و لوله تخلیه کندانس الکتروموتور و کنترلر سادگی ساخت، یکی از مزایای اصلی فن کویل است.

فن کویل زیرسقفی توکار Concealed Ceiling



این نوع داخل سقف کاذب نصب می‌شود و فقط دریچه هوا دیده می‌شود. زیبایی معماری حفظ می‌شود و صدای فن کمتر به فضا منتقل می‌گردد. رایج‌ترین نوع فن کویل در ساختمان‌های اداری و مسکونی مدرن است. نیاز به سقف کاذب و دسترسی مناسب برای تعمیرات دارد.

فن کویل دیواری Wall Mounted



روی دیوار و مشابه کولر گازی اسپلیت نصب می‌شود. نصب آسان و دسترسی ساده برای سرویس دارد. مناسب فضاهای کوچک، واحدهای مسکونی و اتاقها است. از نظر زیبایی، نسبت به نوع توکار ضعیف‌تر است.

فن کویل زمینی Floor Standing



روی کف یا نزدیک دیوار نصب می‌شود.
مناسب فضاهایی است که سقف کاذب
وجود ندارد. دسترسی بسیار راحت
برای تعمیر و نگهداری دارد. در هتل‌ها،
ساختمان‌های قدیمی و بازسازی‌شده
رایج است.

فن کویل کاستی Cassette



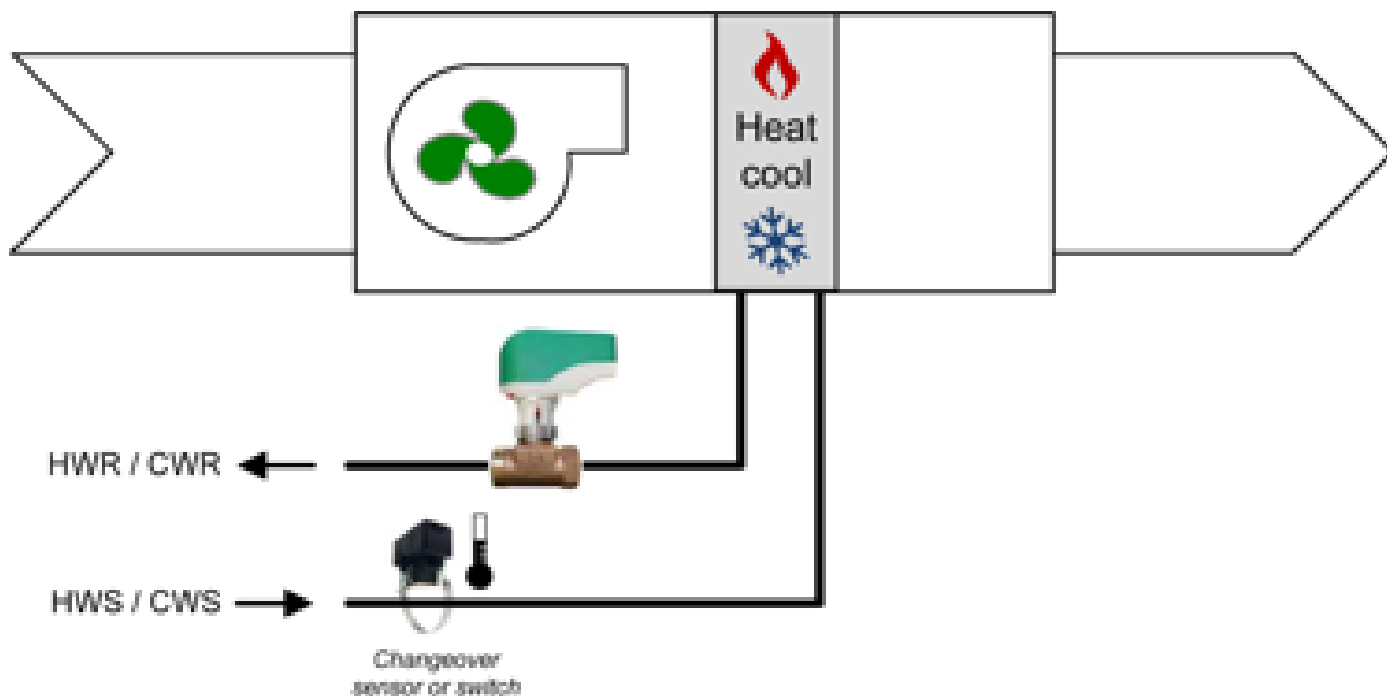
در سقف کاذب نصب می‌شود و هوا را در چهار جهت توزیع می‌کند. توزیع یکنواخت هوا از مزایای اصلی آن است. ظاهر مدرن و مناسب فضاهای بزرگ‌تر مانند فروشگاه‌ها دارد. هزینه اولیه آن از فن‌کویل‌های ساده بیشتر است.

فن کویل کانالی Ducted Fan Coil



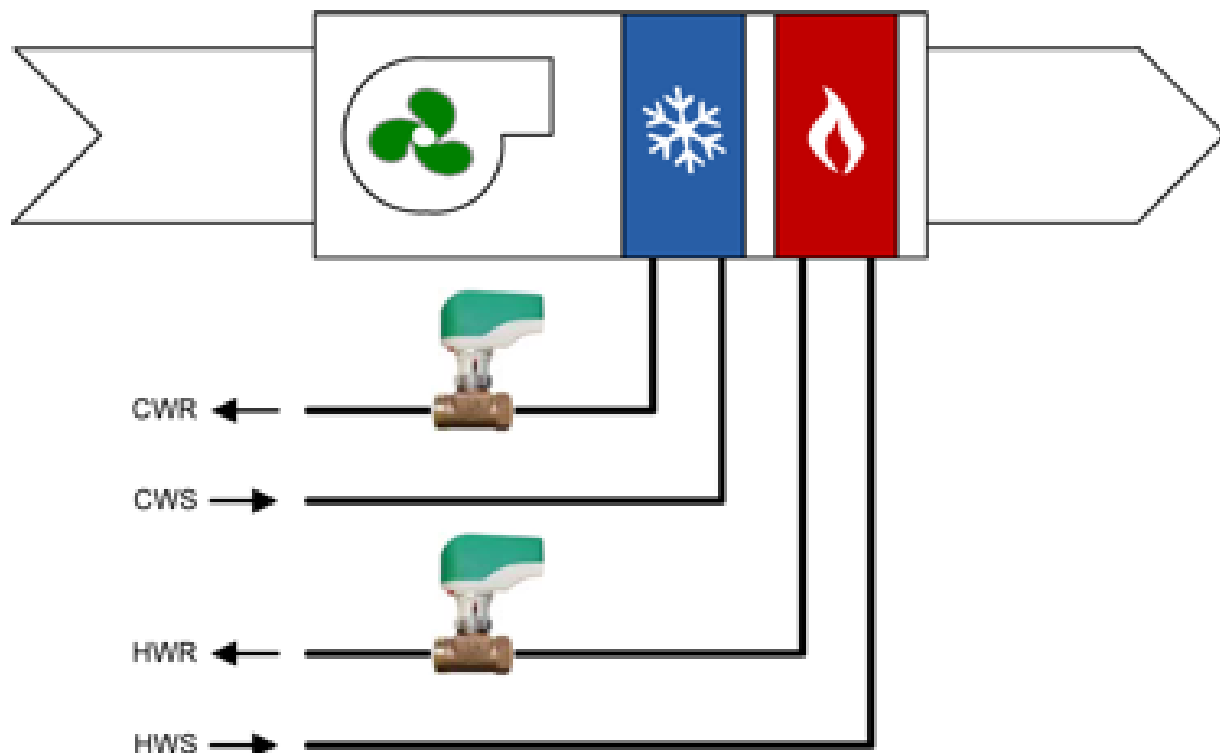
به کانال کشی متصل می شود و چند فضا را همزمان تغذیه می کند. کنترل دما معمولاً به صورت ناحیه ای Zone انجام می شود. انعطاف پذیری بالایی در طراحی دارد. افت فشار کانال و صدای فن باید به دقت طراحی شود.

مقایسه سیستم دو لوله و چهار لوله



در سیستم دو لوله، فن کویل یا سرمایش دارد یا گرمایش. در سیستم چهار لوله، سرمایش و گرمایش همزمان ممکن است. چهار لوله آسایش بالاتر ولی هزینه اولیه بیشتری دارد. انتخاب سیستم به اقلیم و کاربری ساختمان وابسته است.

معیارهای انتخاب فن کویل



در انتخاب فن کویل باید به موارد زیر توجه شود:

- بار سرمایشی و گرمایشی فضا
 - سطح صدا NC یا dB
 - محل نصب و محدودیت معماری
 - دسترسی برای تعمیرات
 - نوع سیستم (۲ لوله یا ۴ لوله)
- انتخاب صحیح فن کویل نقش مهمی در آسایش و مصرف انرژی دارد.

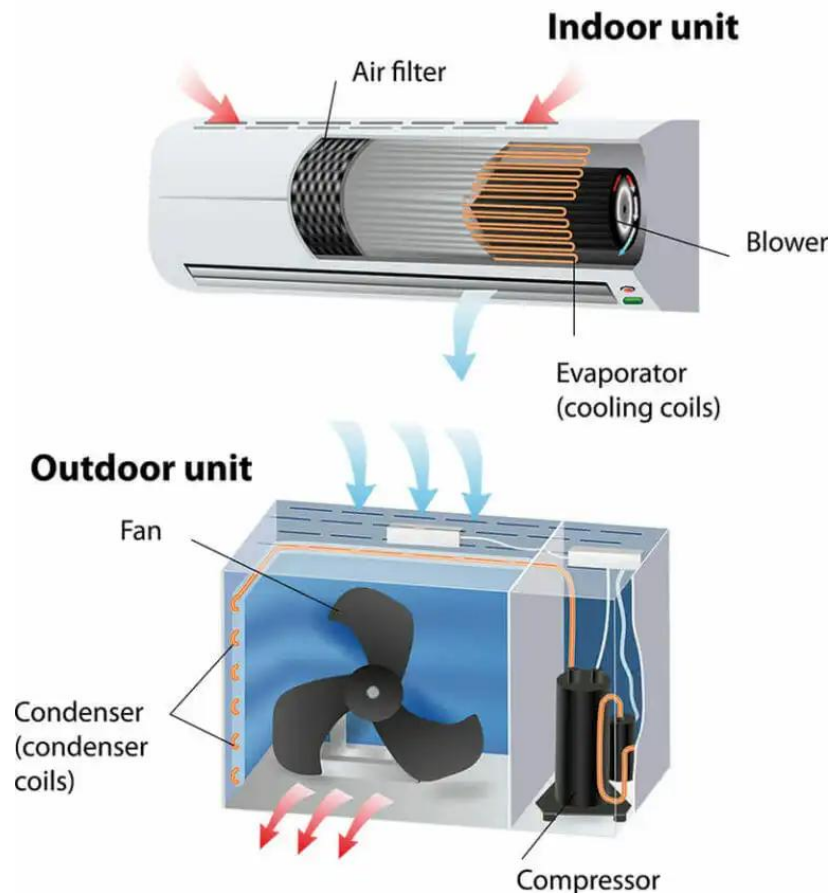
داکت اسپلیت چیست؟



داکت اسپلیت یک سیستم تهویه مطبوع انبساط مستقیم DX است که شامل یونیت داخلی کانالی و یونیت خارجی کندانسور می‌باشد. هوای سرد یا گرم پس از تولید، از طریق کانال‌کشی به فضاهای مختلف توزیع می‌شود. این سیستم ترکیبی از سادگی اسپلیت و توزیع مرکزی هواست. داکت اسپلیت بیشتر در واحدهای مسکونی و اداری متوسط کاربرد دارد.

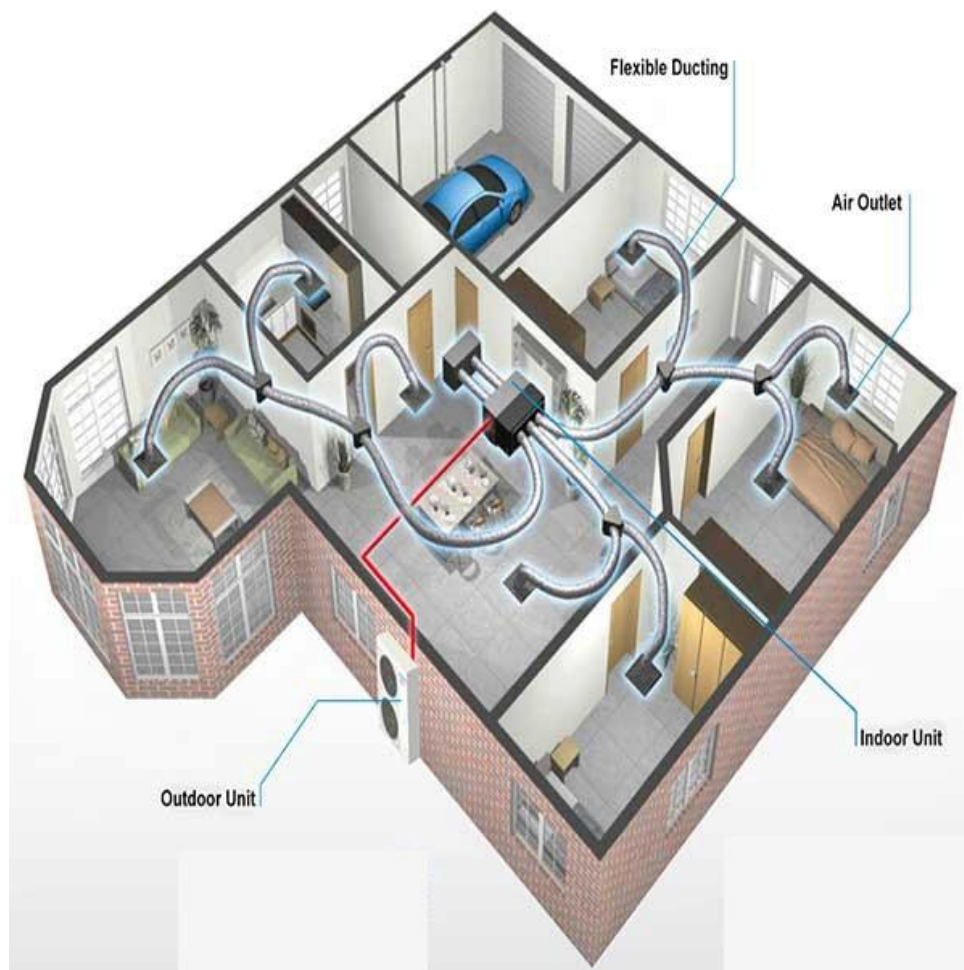
اجزای اصلی داکت اسپلیت

Mini Split AC Unit Components



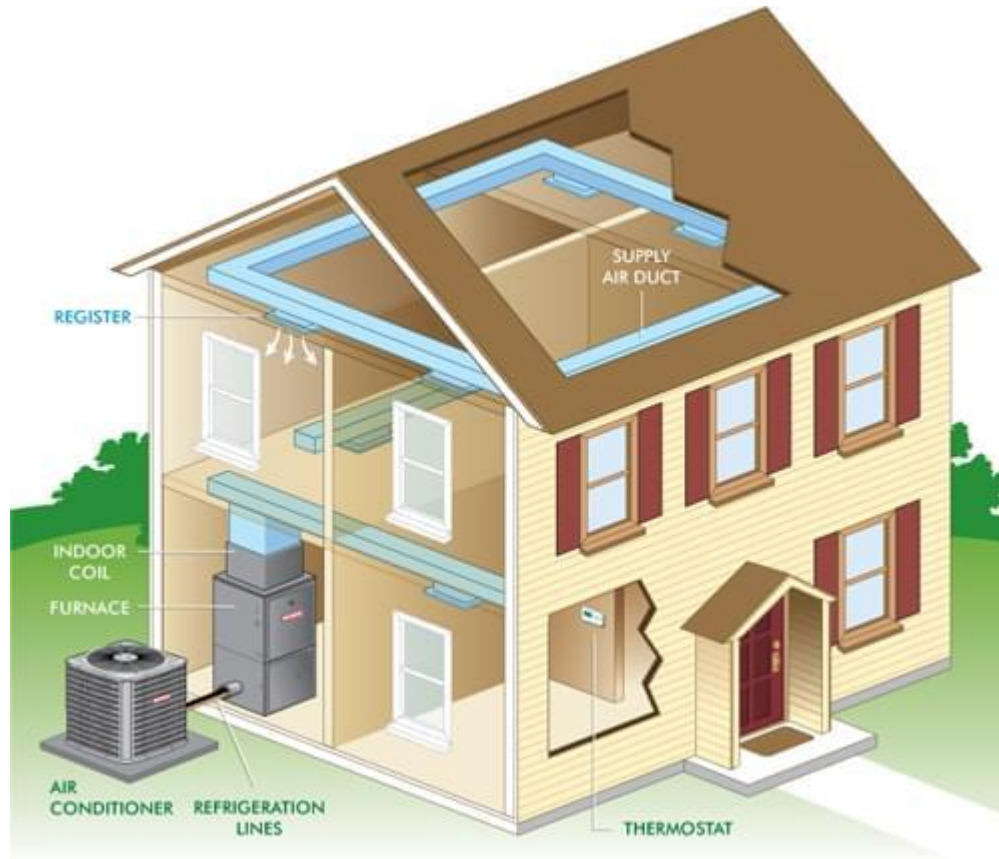
داکت اسپلیت از اجزای زیر تشکیل می‌شود: یونیت داخلی کانالی (اوپراتور و فن) یونیت خارجی (کمپرسور و کندانسور) کانال‌های توزیع هوا ترموستات و کنترلر لوله‌های مبرد و درین. سادگی ساخت، مزیت اصلی این سیستم است.

یونیت داخلی داکت اسپلیت



یونیت داخلی معمولاً داخل سقف کاذب نصب می‌شود. فن سانتریفیوژ، هوا را از روی کویل DX عبور می‌دهد. دبی هوا به‌صورت متمرکز تأمین می‌شود. سطح صدای یونیت داخلی باید در طراحی کنترل شود.

یونیت خارجی (کندانسور)



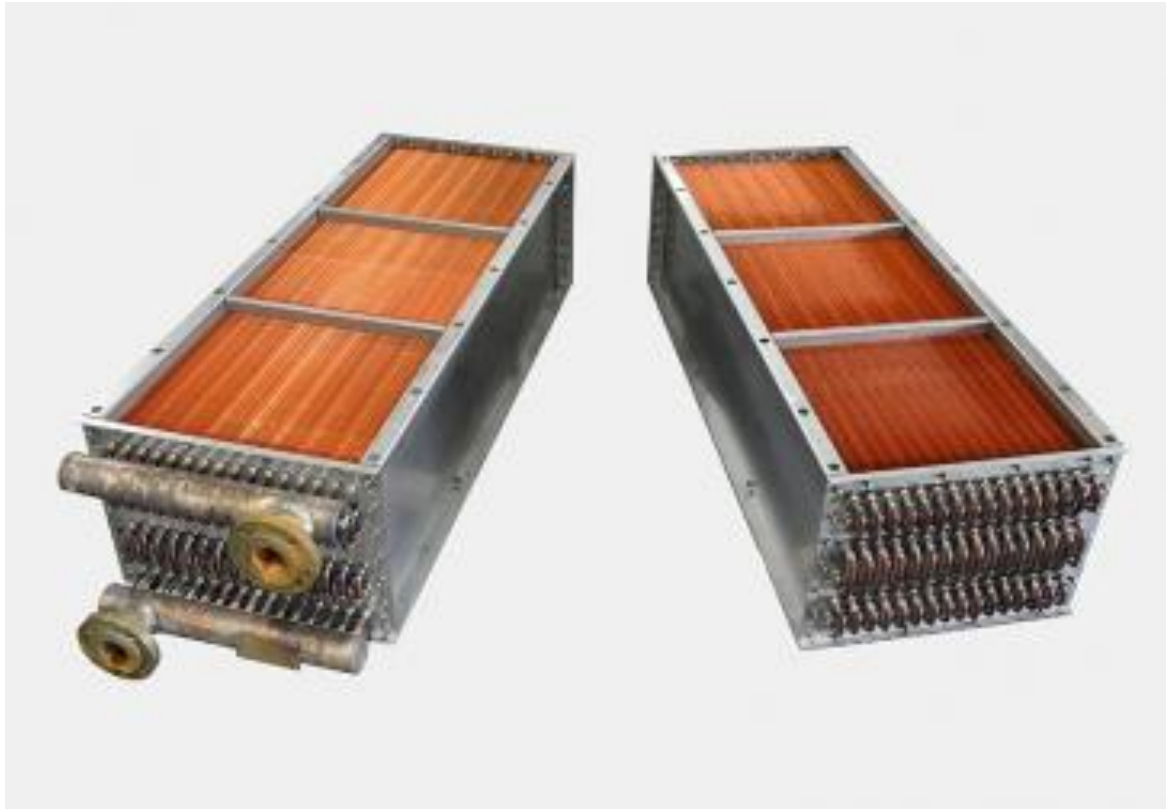
یونیت خارجی شامل کمپرسور، کندانسور هواخنک و فن است. روی پشت‌بام، بالکن یا فضای باز نصب می‌شود. کیفیت دفع حرارت تأثیر مستقیم بر راندمان سیستم دارد. انتخاب محل نصب نقش مهمی در عملکرد و طول عمر دستگاه دارد.

سیستم کانال کشی در داکت اسپلیت



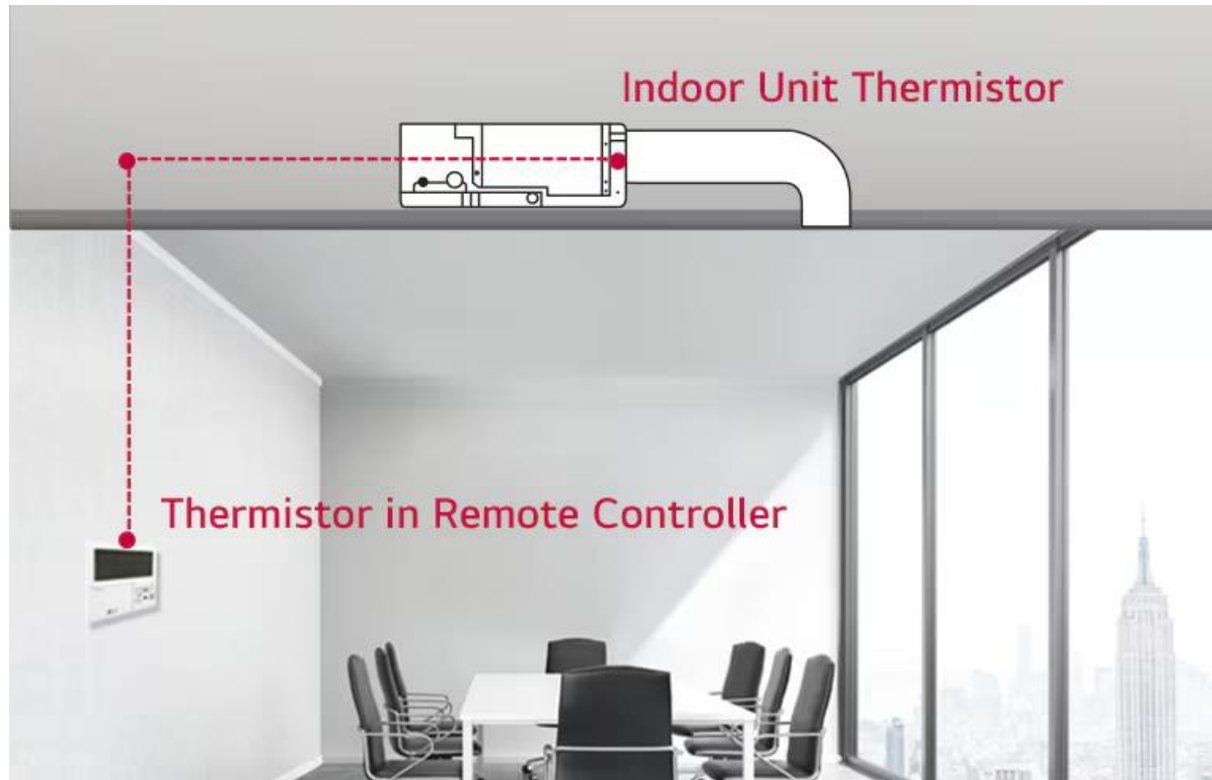
هوا از یونیت داخلی وارد کانال ها شده و به فضاها می رسد. طراحی کانال بر افت فشار، صدا و مصرف انرژی اثرگذار است. عایق کاری کانال ها برای جلوگیری از اتلاف انرژی ضروری است. اشتباه در کانال کشی، عملکرد کل سیستم را تضعیف می کند.

گرمایش در داکت اسپلیت



گرمایش می‌تواند به دو روش انجام
شود: کویل الکتریکی - کویل آب‌گرم
متصل به پکیج یا بویلر
کویل آب‌گرم مصرف انرژی کمتری
دارد. انتخاب نوع گرمایش به شرایط
پروژه وابسته است.

کنترل دما و زون بندی



در حالت استاندارد، داکت اسپلیت یک ترموستات مرکزی دارد. با دمپر موتوری می‌توان زون بندی ایجاد کرد. زون بندی آسایش را افزایش و مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. کنترل نادرست می‌تواند باعث ناپایداری دما شود.

در صورت داشتن هرگونه سوال در خصوص دوره
آموزشی، در گروه مخصوص آن مطرح بفرمایید.

راه ارتباطی: info@owtanatech.com