

سیستم سقف سرد یک شیوه اروپایی برای تهویه مطبوع

ترجمه: مهندس سید مجتبی طباطبایی

ماخذ: نشریه حرارت و برودت - اسفند ۱۳۷۲

با پیشرفت‌های جدیدی که در ادوات کنترل مستقیم دیجیتالی حاصل آمده‌اند، اکنون می‌توان از تکنولوژی سقف سرد در موارد بیشتری استفاده نمود.

سال‌ها پیش یکی از اعضای ارشد انجمن تأسیسات آمریکا ASHRAE بنام A.Damon Gowan اظهار نمود که در دهه ۱۹۹۰، جهانی‌شدن برای صنایع تاسیساتی امری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود، ولی همچنین معتقد بود که پذیرش سیستم آحاد متریک (SI) از سوی ایالات متحده، مهم‌ترین جنبه این جهانی‌شدن است، همچنین در جریان تبدیل آحاد، ممکن است مهندسين آمریکایی به آشنایی با بسیاری از سیستم‌ها و دستگاه‌های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) رایج در اروپا که در آمریکا نامتداول است، علاقه‌مند شوند.

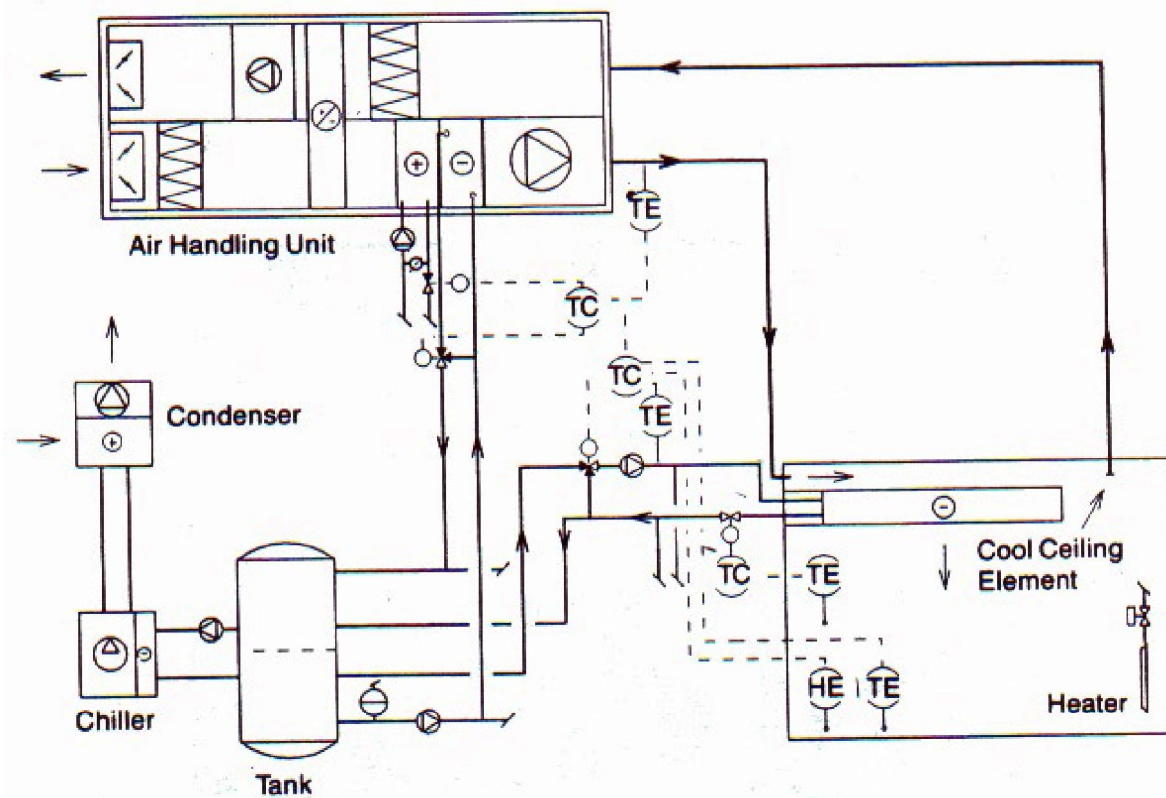
سیستم سرمایشی سقف سرد یکی از این سیستم‌هاست که در اسکاندیناوی و اروپا با موفقیت بکار می‌رود و پیشرفت‌های اخیر بر گستره کاربرد این سیستم بیش از پیش افزوده‌اند، این مقاله ضمن تشریح کلی سیستم سقف سرد، به تجزیه و تحلیل دما و رطوبت اندازه‌گیری شده در ساختمانی که به این روش سرد می‌شود، خواهد پرداخت.

• تشریح سیستم

یک سیستم سقف سرد ممکن انواع بسیاری داشته باشد، اما این مقاله یک نوع این سیستم را که اکنون در اسکاندیناوی مورد استفاده است، شرح می‌دهد، این سیستم ترکیبی است از یک سیستم هوا رسانی با حجم ثابت و شبکه‌ای از وسایل سرمایش با آب‌سرد که نزدیک سقف نصب شده است. (شکل ۱)

سیستم هوا رسانی، هوای تازه مورد نیاز و سرمایش نهان (Latent cooling) را فراهم نموده و المنت‌های سقف سرد نیز سرمایش محسوس (Sensible cooling) اضافی را به عهده دارند.

سیستم سقف سرد یک شیوه اروپایی برای تهویه مطبوع



شکل ۱: سیستم لوله کشی سقف سرد

گرمایش توسط یک سیستم محیطی جداگانه صورت می‌گیرد، نمای سیستم سقف سرد در اتاق، چنانچه به‌گونه‌ای صحیح و هماهنگ با سیستم روشنایی و سایر سیستم‌ها طراحی شود، تمیز و غیرقابل تشخیص خواهد بود.

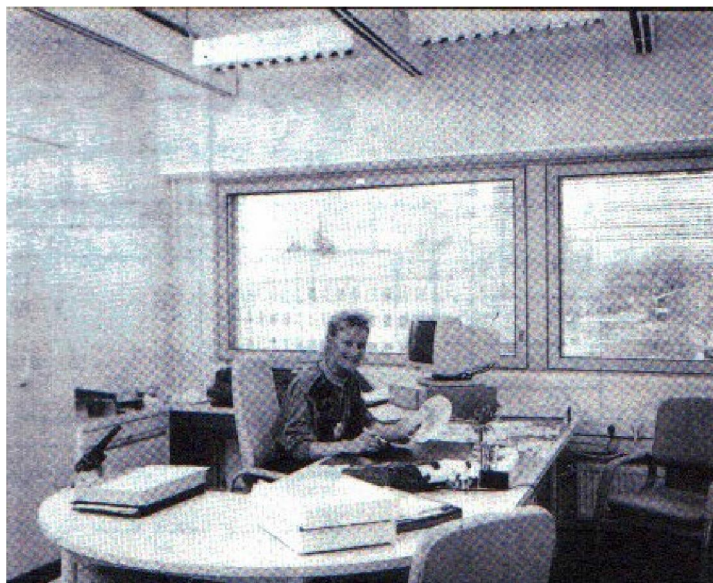
دستگاه‌های هواساز و کانال‌های توزیع هوای این سیستم از یک سیستم تمام هوا all-air system مثل سیستم تمام هوا با دبی متغیر، بسیار کوچک‌ترند که این موجب کاهش قابل ملاحظه انرژی مصرفی فن و کم شدن نسبی انرژی اضافی جهت پمپاژ آب سرد می‌شود.

دستگاه‌های هواساز و شبکه کانال کوچک‌تر، به فضای نصب و سقف کوچک‌تری نیاز دارند که این به مفهوم کاهش هزینه است، با توجه به تمام این عوامل، ثابت شده است که سیستم سقف سرد نسبت به سیستم تمام هوا با دبی متغیر (variable air volume: VAV) و سیستم فن کویل، هزینه عملیاتی کمتری دارد به‌ویژه اگر لازم باشد که تعداد زیادی از فضاها ساختمان از نظر دما و رطوبت به‌طور مجزا کنترل شوند.

سیستم سقف سرد یک شیوه اروپایی برای تهویه مطبوع

وقتی در نظر است که از سیستم سقف سرد استفاده شود، باید نوع آب و هوا و امکانات موجود مورد ارزیابی قرار گیرند، مناسبترین آب و هوا برای استفاده از سیستم سقف سرد، آب و هوای تابستانی خشک است، شهر هلسینکی در فنلاند (محل پروژه مورد بررسی ما)، با شرایط طرح 73°F (23°C) دمای خشک $5/64^{\circ}\text{F}$ (18°C) دمای مرطوب، برای سیستم سقف سرد بسیار مناسب است، در محل‌هایی با آب و هوای بسیار مرطوب، این سیستم مشکل ساز خواهد بود.

سیستم سقف سرد را می‌توان در بسیاری از انواع ساختمان‌ها به کار برد، هندبوک AHRAE موارد متعددی از این کاربردها را، بخصوص در بیمارستان و درمانگاه مورد بحث قرار داده است، امروزه در اسکاندیناوی، این سیستم را به صورت مختلف به کار می‌برند، اما بیشترین موارد استفاده آن در ساختمان‌های اداری است که در آن‌ها اتاق‌های بسیاری باید به‌طور مجزا کنترل شوند.



شکل ۲: سیستم سقف سرد، نصب شده در یک دفتر کار

• المنت‌های سقف سرد (Cool Ceiling elements)

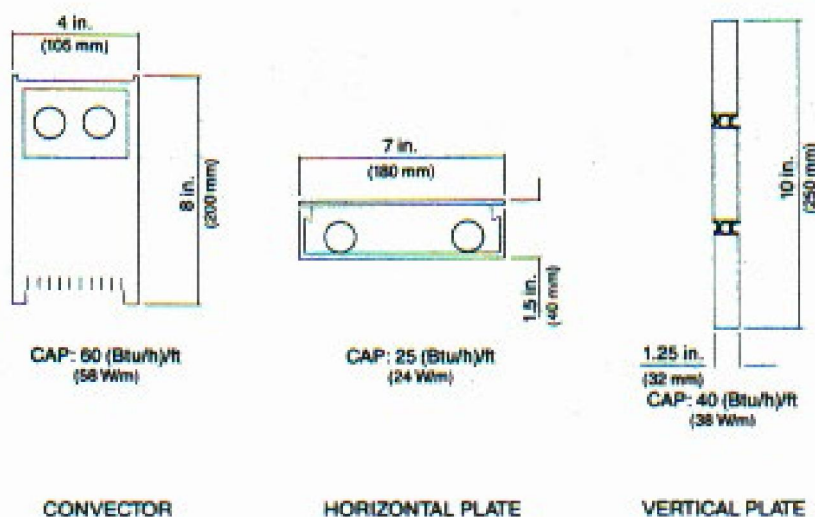
کارخانجات سازنده المنت‌های سقف سرد به‌مرور زمان کیفیت تولیداتشان را بهبود داده‌اند به‌طوری‌که امروزه انواع مختلفی از المنت‌های این سیستم در بازار موجود است، شکل ۳ سه نوع از متداولترین انواع این المنت‌های را نشان می‌دهد که توسط کارخانجات متعددی به بازار عرضه می‌شوند.

سیستم سقف سرد یک شیوه اروپایی برای تهویه مطبوع

این المنتها حرارت را از دو طریق جابه‌جایی و تشعشع جذب می‌کنند مدل‌های قدیمی‌تر شبیه صفحه افقی بودند که ۵۰٪ سرما را از طریق تشعشع و بقیه را توسط جابه‌جایی ایجاد می‌کردند. المنت‌های نوع کنوکتوری (convector type elements) قادرند بیش از ۸۵٪ سرما را از طریق جابه‌جایی ایجاد کنند، این نوع المنت‌ها می‌توانند به ازای هر واحد طول، بیش از دو برابر سرما تولید کنند.

یک نوع المنت کنوکتوری که در بازار موجود است، نوع ته بسته با دریچه هوای جانبی است که این حفاظتی است در برابر تقطیر رطوبت تحت شرایط غیرقابل پیش‌بینی (از قبیل، بدکار کردن دستگاه هواساز، شکستن پنجره اتاق و غیره)

طرح دیگری از این سیستم، قرار گرفتن المنت سقف سرد و اتصال هوای رفت در قالب یک دستگاه منفرد است که این نوع به شکل‌های دو لوله‌ای و چهار لوله‌ای موجود می‌باشد، این مدل‌های جدیدتر، در مرحله گزینش یک سیستم برای کاربردی خاص شقوق انتخاب بیشتری را در برابر مهندسین قرار می‌دهند.



Note: Based on 14°F (8°C) room air and water temperature difference. Dimensions and capacities are approximate.

شکل ۳: سه نوع المنت سقف سرد

سیستم سقف سرد یک شیوه اروپایی برای تهویه مطبوع

• سیستم آب (water System)

آب سرد برای المنت‌های سقف سرد و همچنین کویل‌های سرمایی دستگاه‌های هواساز مورد نیاز است جهت اجتناب از تقطیر رطوبت روی المنت سقف سرد، باید دمای آب سرد ورودی به سیستم از دمای آب سرد رفت به هواسازها کمتر باشد، این ارقام معمولاً برای کویل سرد هواسازها ۴۲ تا ۴۵ °F (۷-C°) و برای سقف سرد ۵۷ تا (۱۶-C°-۱۴) می‌باشند.

دوگانگی دما در سیستم آب سرد، با استفاده از یک سیستم پمپاژ اولیه - ثانویه حاصل می‌شود که یک نمونه آن در شکل نشان داده شده است.

چیلر، آب سرد را طبق نیاز کویل‌های سرد دستگاه، با دمای پایین‌تر تهیه می‌کند، آب سرد با دمای بالاتر، از تخلیط جریان رفت و برگشتی از سیستم سقف سرد حاصل می‌آید، معمولاً شیرهای کنترل سه راهه روی دستگاه هواساز و شیرهای کنترل دو راهه روی المنت‌های سقف سرد نصب می‌شوند. در سیستم نشان داده شده در شکل ۱ مشاهده می‌شود که بجای کلکتوریک منبع قرار گرفته که حلقه لوله‌های اولیه و ثانویه را از هم مجزا می‌کند، این منبع همیشه مورد نیاز نیست، اما وجود آن می‌تواند راندمان سیستم را به طرق مختلف بهبود بخشد.

مهم‌ترین مزیت وجود این منبع این است که پارامترهای حجم و جرم را به سیستم اضافه نموده و سیکل‌های کوتاه مدت Short-Cycling یا به عبارت دیگر خاموش و روشن شدن‌های مکرر دستگاه چیلر را در هوای معتدل به حداقل می‌رساند، این موضوع در شرایط آب و هوایی اسکاندیناوی بسیار مهم است.

چیلر را می‌توان جهت تثبیت دمای آب در بخش پایینی منبع، کنترل نمود، حلقه ثانویه نیز مستقیماً به منبع وصل می‌شود، جرم اضافی موجود در تانک ضمن تعدیل جریان در حلقه ثانویه، برای به حداقل رساندن گسیختگی جریان در حلقه اولیه نیز مفید است.

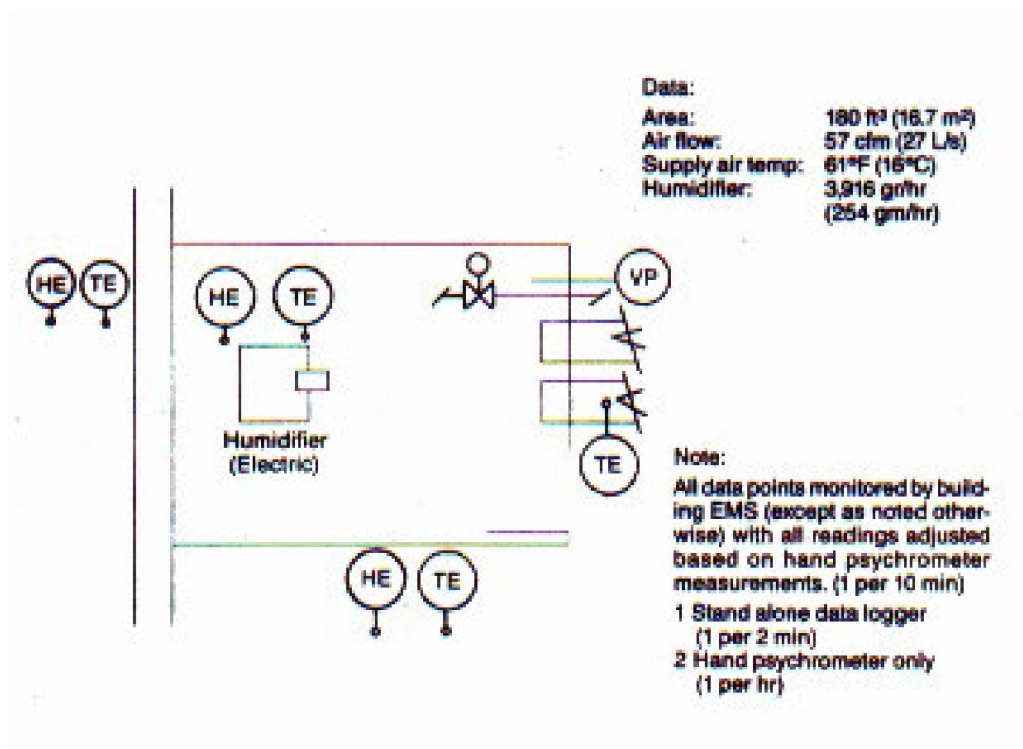
برای تأمین مقاصد مورد نظر در سیستم سقف سرد، سیستم‌های لوله‌کشی متنوعی را می‌توان مورد استفاده قرار داد، یک طرح دیگر برای لوله‌کشی، استفاده از سیستم لوله‌کشی تعاقبی tailwater system است، بدین ترتیب که از آب برگشتی از کویل دستگاه هواساز به‌عنوان آب رفت به

سیستم سقف سرد یک شیوه اروپایی برای تهویه مطبوع

المنت‌های سقف سرد استفاده شد و تثبیت دمای آب رفت به المنت‌ها نیز توسط یک شیر سه راهه صورت گرفت.

برای سیستم سقف سرد طرح‌های دیگری را نیز می‌توان به کاربرد، اما ثابت شده است که استفاده از منبع به‌گونه‌ای که شرح آن رفت، مؤثرترین و مطمئن‌ترین طرح است.

گرمایش در این سیستم با استفاده از یک شبکه محیطی از دستگاه‌های گرمایش با آب داغ به شیرهای ترموستاتیک جهت کنترل دمای انفرادی مجهز می‌شوند.



شکل ۴: ترتیب جمع آوری اطلاعات

در گذشته سیستم‌های سقف سرد به صورت مرکب طراحی می‌شدند، بدین ترتیب که برای گرمایش نیز از همان المنت‌های سرمایی استفاده می‌شد، بنابراین تعیین اندازه المنت، سیستم لوله‌کشی و شیرهای کنترل بر مبنای بار سرمایی و مطابق با اختلاف دمای اتاق و آب صورت می‌گرفت.