مواد تغییر فاز دهنده مبتنی بر روش مقاوم‌سازی جدید در سیستم تهویه مطبوع برای کاهش تقاضای انرژی ساختمان

چکیده

بهبود کیفیت هوا و کاهش بیماری‌های موجود در هوا می‌تواند با القای هوای تازه به ساختمان به طور موثری حاصل شود. با این حال، این مصرف انرژی ساختمان را به چالش می‌کشد. به عنوان راه‌حل پیشنهادی، مطالعه حاضر در استفاده از مواد تغییر فاز دهنده (PCM[1])، مبدل مبتنی بر گرما، به عنوان مقاوم‌سازی با تهویه گرمایشی و تهویه مطبوع هوا (HVAC[2])، برای استخراج انرژی حرارتی از هوای تازه و در نتیجه تقاضای انرژی کاهش می‌یابد. کلسیم کلرید هگزاهیدراته ($CaCl_2 \cdot 6H_2O$) به عنوان PCM، روش انتخاب شده TOPSIS بر اساس میزان آنتروپی استفاده می‌شود. انرژی صرفه‌جویی شده در ضخامت PCM افزایش یافته (از 20 میلی-متر تا 100 میلی‌متر) و فین‌های طولی اضافه شده (5 میلی‌متر عرض و طول 50 میلی‌متر) در مقایسه با سیستم‌های استاندارد HVAC با استفاده از R134A ارزیابی می‌شود. برای تابستان‌ها در آب و هوای مختلف، سیستم HVAC مقاوم شده با مبدل حرارتی با ضخامت 100 میلی‌متر PCM و 48 پیکربندی فین هنگامی که سیستم به

[1] phase change material
[2] Heating Ventilation and Air-conditioning system

مدت 6 ساعت کار نموده به ترتیب اوج و متوسط صرفه‌جویی انرژی 12% و 9% بدست آمد. برای ضخامت PCM از 75 میلی‌متر، 50 میلی‌متر و 20 میلی‌متر، حداکثر صرفه‌جویی در مصرف انرژی به ترتیب 6.64% با 48 فین، 5.22% با 24 فین و 3.22% با 12 فین بود. این مطالعه به سیاستگذاران راه حل‌های کارآمد و پایدار برای سیستم‌های HVAC ارائه می‌دهد که می‌تواند تقاضای انرژی را کاهش داده و به مبارزه با تغییرات آب و هوایی کمک نماید.

کلمات کلیدی

HVAC، صرفه‌جویی انرژی، TOPSIS، مبدل حرارتی هوا ماده تغییر فاز دهنده، تکنیک‌های مقاوم‌سازی.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

مطالعه حاضر تکنیکی را برای کاهش مصرف انرژی در سیستم‌های HVACمعمولی با مقاوم‌سازی آن‌ها با مبدل حرارتی مبتنی بر PCMارائه می‌دهد. مبدل حرارتی قبل از ورود به واحد خنک کننده هوا، دمای هوای تازه را از محیط کاهش می‌دهد. PCMبرای استفاده، نقطه ذوب در محدوده راحتی حرارتی انسانی قرار دارد. نتیجه‌گیری زیر از تجزیه و تحلیل ترسیم شده است:

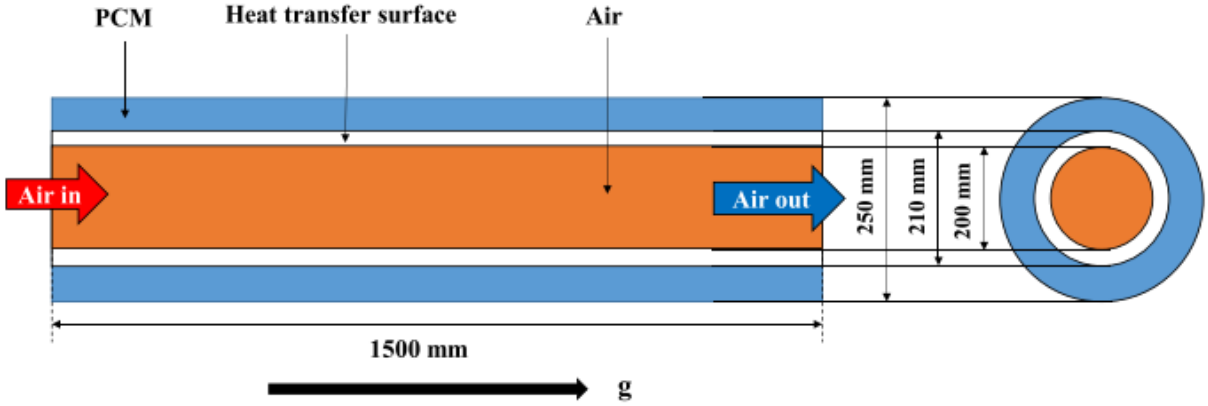
1. همراه با نقطه ذوب و گرمای نهان، هدایت حرارتی، چگالی و گرمای ویژه در هر دو فاز جامد و مایع بر عملکرد ذاتی PCM تأثیر می‌گذارد. کلسیم کلرید هگزاهیدراته ($CaCl_2 \cdot 6H_2O$) مطابق با روش TOPSIS با استفاده از وزن آنتروپی مناسبترین کاربرد را دارد.

2. فین‌های طولی در هوا اکسترود می‌شوند و مطالعه پارامتری برای تأثیر تعداد فین‌ها و ضخامت PCM بر روی صرفه جویی در مصرف انرژی سیستم HVAC را تجزیه و تحلیل می‌نماید. مشاهده شد که ترکیبی که دمای خروجی هوای با پایداری پایین‌تر برای مدت زمان طولانی‌تر می‌تواند به صرفه جویی در انرژی بیشتری برسد.

3. هنگامی که سیستم HVAC با مبدل حرارتی همراه با PCM به ضخامت 20 میلی‌متر مقاوم می‌شود، بازده نسخه 12 فین شده باعث صرفه‌جویی بالا در مصرف انرژی 3.22% می‌شود. برای ضخامت PCM 50 میلی‌متر، نوع 24 فین شده اوج صرفه‌جویی 5.22% را ارائه می‌دهد. از آنجا که ضخامت PCM به 75 میلی‌متر و 100 میلی‌متر می‌رسد، در هنگام استفاده از مبدل حرارتی 48 فین شده به ترتیب به 6.64و 9.06 درصد افزایش می‌یابد.

4. از این مطالعه نتیجه گرفت که مبدل حرارتی با 48 فین و PCM با 100 میلی‌متر ضخامت باعث اوج صرفه‌جویی در مصرف انرژی 12% و صرفه‌جویی در مصرف انرژی 9.06% در هنگام کار به مدت 6 ساعت در طول روز می‌شود.

طبق این تحقیقات می‌توان نتیجه گرفت که مقاوم‌سازی سیستم HVAC با مبدل حرارتی طراحی شده برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، حفظ کیفیت هوای داخلی و کاهش انتقال بیماری توصیه می‌شود. این یافته‌ها می‌توانند به سیاست گذاران و مهندسان HVAC در طراحی سیستم‌های خنک کننده پایدار و کارآمد برای ساختمان‌ها کمک نمایند. در این تحقیق، خنک کننده هوای محیط مورد توجه قرار گرفت و فاکتور گرمای معقول 0.75 برای شرایط آب و هوایی کامپوزیت اتخاذ شد. برای تجزیه و تحلیل جذاب، مطالعات آینده می‌تواند سطح رطوبت‌های زمان واقعی هوای محیط را در بر بگیرد. علاوه بر این، ارزیابی سیستم در سراسر مناطق آب و هوایی



جهانی و پیشرفته‌های مختلف انتقال حرارت، چشم انداز جامع‌تری در مورد این امر ارائه می‌دهد.

Reference:

Sharma, Rahul Kumar, Ashish Kumar, and Dibakar Rakshit. "A phase change material (PCM) based novel retrofitting approach in the air conditioning system to reduce building energy demand." ***Applied Thermal Engineering*** **238 (2024): 121872.**
https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.121872

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیم‌زاده