POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

بررسی جامع ادغام مواد تغییر فاز دهنده در آجرهای ساختمانی: روش‌ها، عملکرد و کاربردها

چکیده

رشد مداوم مصرف انرژی ساختمان و انتشار کربن تعادل بین محیط و انرژی را تشدید نموده که در آن گرمایش و سرمایش ساختمان بخش اصلی را تشکیل می‌دهد. ترکیب مواد تغییر فاز دهنده (PCM[1]) با ظرفیت ذخیره‌سازی گرما با آجرهای معمولی برای تشکیل یک پوشش ساختمان می‌تواند استفاده از گرمای خورشیدی را در ساختمان‌ها محقق نماید، تأثیر محیط بیرونی را بر نوسانات دمای داخلی تضعیف نموده و به هدف صرفه‌جویی در انرژی دست یابد. بررسی دقیقی برای تجزیه و تحلیل کاربرد PCM در آجر منتشر نشده است. هدف از این کار ارائه یک بررسی سیستماتیک از آجرهای PCM، بررسی دقیق کاربرد آجرهای PCM و شناسایی چالش‌های فعلی و چشم‌اندازهای تحقیقاتی است. در ابتدا، پتانسیل کاربرد PCM در ساختمان‌ها به طور خلاصه معرفی می‌شود. در مرحله دوم، روش ادغام PCM در آجر و مدل انتقال حرارت آجر PCM مفصل شرح داده شده است. عوامل تأثیرگذار PCM بر عملکرد حرارتی آجرها، از جمله شرایط فضای باز، موقعیت پر شدن PCM، سطوح انتقال حرارت PCM، خواص حرارتی PCM، و تکنیک‌های تهویه PCM مورد بحث قرار می‌گیرند. در نهایت، کاربردهای تجربی و عددی آجرهای PCM در دیوارها و ساختمان‌ها از جمله عملکرد حرارتی دیوار، محیط حرارتی داخلی، مصرف انرژی و تحلیل هزینه ساخت مفصل مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. نتایج و توصیه‌های اصلی بررسی نشان داد که تثبیت شکل و ماکرو کپسوله‌سازی دو روش اصلی ادغام برای آجرهای PCM هستند. در زمینه ساخت و ساز، کمبودی از روش های شبیه‌سازی عددی با دقت

[1] Phase change material

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

بالا برای مدیریت انتقال حرارت تغییر فاز در حوزه‌ی ساختمان وجود دارد. دمای ذوب بهینه PCM به شرایط آب و هوایی بستگی دارد. آجرهای PCM همراه با سیستم‌های تهویه یا مواد عایق تقویت می‌شوند.

کلمات کلیدی

مواد تغییر فاز دهنده (PCM)، آجر PCM، روش ادغام، روش عددی، عملکرد حرارتی، محیط حرارتی، مصرف انرژی، هزینه ساخت.

نتیجه‌گیری

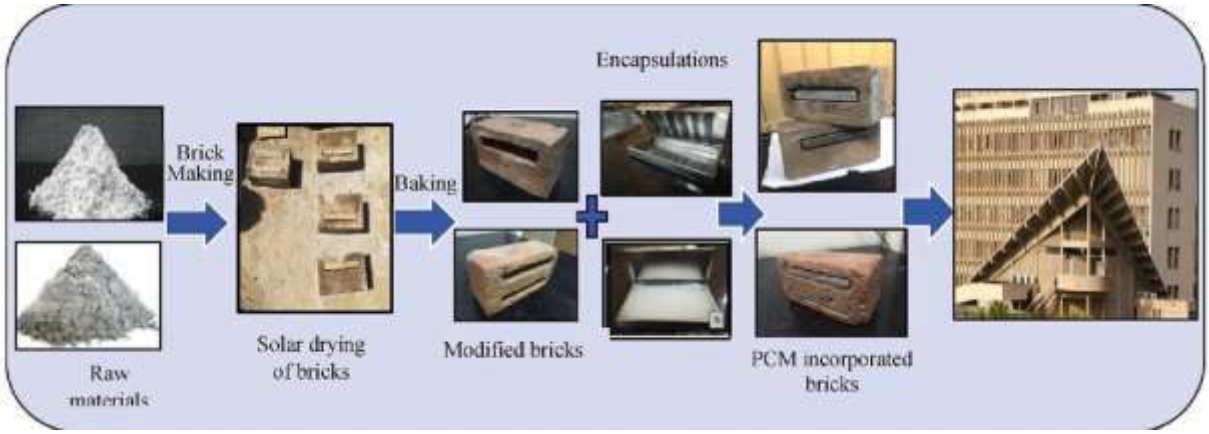
از سال 2008، PCM به طور گسترده برای سرمایش غیرفعال ساختمان‌ها پیشنهاد شده است. PCM می‌تواند مقدار زیادی گرما را در محدوده دمای تغییر فاز جذب و آزاد نماید تا به هدف ذخیره انرژی دست یابد، دمای داخلی را تثبیت نموده و اوج مصرف انرژی ساختمان را کاهش دهد که توجه زیادی را به خود جلب نموده است. در این مقاله، روش ادغام آجر PCM، استفاده از مدل‌های انتقال حرارت تغییر فاز و بهبود عملکرد حرارتی آجر PCM بررسی شده است، در حالی که کاربرد موثر آجر PCM بر عملکرد حرارتی دیوار و محیط حرارتی داخلی ساختمان به طور جامع تشریح شد. نتیجه‌گیری و توصیه‌های مهم به شرح زیر است:

- تثبیت شکل و ماکرو کپسوله‌سازی دو روش اصلی ادغام برای آجرهای PCM هستند. در تثبیت شکل، مواد متخلخل به عنوان یک محیط جذب می‌توانند به طور موثر مشکل نشتی را حل نمایند، در حالی که در ماکرو کپسوله‌سازی، ظروف فلزی به دلیل رسانایی حرارتی خوب معمولاً استفاده می‌شوند.

- روش آنتالپی و روش ظرفیت حرارتی به طور رایج در شبیه‌سازی عددی انتقال حرارت تغییر فاز چند بعدی استفاده می‌شود، در حالی که روش آنتالپی-تخلخل عمدتاً با مدل‌های ذوب و انجماد در فلوئنت مرتبط است. این سه روش از دقت بالایی برخوردار بوده و قادرند الزامات محاسبه انتقال حرارت PCM را در آجر برآورده سازند.
- در مقایسه با دیوارهای آجری معمولی و دیوارهای آجری PCM، تاخیر حرارتی آجرهای PCM که با سیستم‌های ادغام تهویه یا مواد عایق ترکیب می‌شوند حدود 4 ساعت افزایش می‌یابد. تقویت آجرهای PCM برای ترکیب با سیستم‌های تهویه یا مواد عایق، گردش هوا را افزایش داده و در نتیجه آلودگی هوای داخل خانه را کاهش می‌دهند. همچنین می‌توان آن را با استراتژی‌های معمولی صرفه‌جویی انرژی، مانند تغییر پوشش دیوار بیرونی، ترکیب نمود. در دیوار آجری PCM، محل لایه عایق نیز باید با توجه به مناطق مختلف آب و هوایی مورد بحث قرار گیرد.
- هنگامی که دمای انتقال فاز به دمای محیط نزدیک می‌شود، PCMها می‌توانند به حداکثر بازده دست یابند. علاوه بر این، کپسوله‌سازی یک لایه نازک با سطح انتقال حرارت بزرگ برای تقویت تبادل حرارت PCMها و بهبود عملکرد حرارتی آجرها مفید است. پیشنهاد می‌شود قبل از انتخاب PCM و روش‌های ادغام، امکان استفاده از آجر PCM از نظر عملکرد حرارتی و مقرون‌به‌صرفه بودن مطالعه و شبیه‌سازی شود.
- آجرهای PCM قادر به افزایش قابل توجه عملکرد حرارتی دیوار و بهبود محیط حرارتی داخل ساختمان هستند. استفاده از آجرهای PCM می‌تواند دمای سطح داخلی‌دیوار را 1/5-5°C کاهش دهد و زمان تاخیر را 0/5-4 ساعت افزایش دهد. شار حرارتی دیوار آجری PCM را

می‌توان تا 97٪ کاهش داد، دمای داخلی را می توان 2/4-6°C کاهش داد و در مصرف انرژی می توان تا 3/12-56٪ صرفه جویی نمود. در حال حاضر، مطالعات زیادی در مورد بهبود عملکرد حرارتی آجرهای PCM وجود دارد، اما انواع کمی از تحقیقات در مورد تأثیر محیط حرارتی بهبود یافته توسط آجرهای PCM بر آسایش حرارتی انسان وجود دارد.

- تحقیقات فعلی عمدتا بر اساس فصل‌ها یا دوره‌های خاص است. برای تنظیم نوسانات دمای داخلی در طول روز یا سال در مناطقی با اختلاف دمای زیاد بین روز و شب و بین زمستان و تابستان باید از PCMهای متعدد با دمای تغییر فاز مختلف استفاده نمود.



Reference:

Gao, Yi, and Xi Meng. "A comprehensive review of integrating phase change materials in building bricks: Methods, performance and applications." ***Journal of Energy Storage*** **62 (2023): 106913.**

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

https://doi.org/10.1016/j.est.2023.106913

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیم زاده