POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

مطالعه بر روی کامپوزیت‌های پارافین-سرامسیتی شکل تثبیت شده با استحکام پایدار به عنوان ماده تغییر فاز دهنده برای ذخیره انرژی

چکیده

مصرف زیاد انرژی در ساختمان‌ها چالشی حیاتی برای توسعه پایدار بوده است. ترکیب مواد تغییر فاز دهنده (PCM[1]) در مصالح ساختمانی راهی موثر برای بهبود مدیریت انرژی است. در این پژوهش پارافین با نقطه ذوب 28 °C و گرمای نهان 193J/g به سرامسیت‌های خاکستر بادی (دانه‌های متخلخل مصنوعی) تحت فشار خلاء جذب شد. سایز سرامسیت از 7 تا 13 میلی‌متر در محدوده اندازه سنگدانه‌های درشت در بتن بود. خواص اصلی سرامسیت خام، پارافین و کامپوزیت پارافین/سرامسیت با استفاده از کالریمتری اسکن تفاضلی (DSC)، پراش اشعه ایکس (XRD)، میکروسکوپ، تست نشت، آزمایش مکانیکی و غیره آزمایش شد. نسبت ترکیب PCM 45.33 درصد وزنی بود. این مقدار ادغام برای کامپوزیت PCM در بتن برای نشان دادن عملکرد قابل توجه تنظیم حرارتی کافی است. نتیجه آزمایش نشتی پایداری عالی PCM حمل شده در سرامسیت‌ها را نشان می‌دهد. کامپوزیت‌های PCM/سرامسیت ساختارهای دست نخورده‌ای را تحت سیکل‌های گرمایش و سرمایش به دلیل انبساط حجم پایین پارافین نشان می‌دهند. PCM جامد شده در داخل ذرات سرامسیت استحکام کامپوزیت‌ها را بهبود می‌بخشد. میکروشناسایی نشان می‌دهد که منافذ/شکاف‌های متصل در داخل ذرات سرامسیت مسیر اصلی هستند، در حالی که منافذ غیر متصل مزیت کمی برای ادغام PCM دارند. منافذ کوچک کارایی بهتری در حفظ PCM دارند، به خصوص اگر در لایه زیرین عمیق قرار داشته باشند. منافذ بزرگ فضای کافی را برای PCM فراهم نموده اما تأثیرات نامطلوبی بر استحکام کامپوزیت‌های PCM/سرامسیت دارند. در نهایت، ساختار بهینه‌ای از سرامسیت‌ها برای PCM پیشنهاد شد.

کلمات کلیدی: مواد تغییر فاز دهنده (PCM)، سرامسیت، ذخیره انرژی حرارتی، تنظیم دمایی، نگهداری استحکام.

[1] phase change material

Keywords: Phase change material (PCM), Ceramsite, Thermal energy storage, Temperature regulation, Strength maintenance.

نتیجه‌گیری

سرامسیت ترکیب شده با پارافین که با ادغام خلاء ساخته شده است، نرخ حمل PCM عالی را نشان می‌دهد که اعتقاد بر این بود که برای تنظیم حرارتی ساختمان‌ها مفید است. فرآیند ادغام ساده استحکام قوی را با نشت قابل قبول حفظ نمود. ساختار داخلی سرامسیت از نظر ادغام، نشت و استحکام مهم بود. یافته‌های اصلی این مطالعه به شرح زیر خلاصه می‌شود:

(۱) پارافین به عنوان ماده‌ای PCM اقتصادی و قابل اعتماد با سرامسیت سازگار است. ساختار متخلخل به نسبت 45% ادغام سرامسیت ترکیب شده با پارافین کمک می‌نماید. بر اساس ادبیات حاضر، این نسبت ادغام و توانایی حرارتی پارافین برای تأمین ذخیره انرژی و توانایی تنظیم حرارتی سرامسیت ترکیب شده با پارافین کافی است.

(۲) سرامسیت ترکیب شده با پارافین مشکل نشتی اندکی دارد اما مقدار هدر رفت پارافین کمتر از 3 درصد است که قابل قبول است. استحکام فشاری سیلندر سرامسیت ترکیب شده با پارافین پس از چرخه گرمایش و سرمایش 9 درصد بیشتر از سرامسیت خام در دمای اتاق است. این موارد می‌توانند به مقاومت بتن کمک نمایند. PCM نشت‌شده ممکن است پیوند بین سرامسیت و خمیر سیمان را کاهش دهد، اما می‌توان آن را قبل از ریخته‌گری بتن تمیز نمود زیرا نشتی عمده پس از یک بار چرخه گرمایش و خنک‌سازی اتفاق می‌افتد. در صورتی که سرامسیت ساختارهای ایده‌آلی داشته باشد، نشتی ضعیف‌تر خواهد بود.

(۳) ساختار داخلی سرامسیت تعیین کننده ظرفیت اشباع PCM و حفظ آن است. ساختار متصل و متخلخل از ترکیب PCM سود می‌برد و منافذ کوچک (< 0.3 mm) به دلیل ذخیره‌سازی خوب PCM و تأثیر اندکی بر استحکام ترجیح داده می‌شوند، اگرچه تأثیر آشکاری بر نسبت ادغام نشان نمی‌دهد. شکاف‌ها به عنوان مسیرهای ادغام حیاتی هستند، اما در توانایی حفظ PCM به ویژه پس از چرخه‌های گرمایش و سرمایش ضعیف هستند.

(۴) منافذ نزدیک به سطح ذرات سرامسیت ترکیب شده با پارافین (در فاصله کمتر از 1.5 میلی‌متر) به نگهداری PCM کمک نموده که دلیل اصلی نشت است. توزیع منافذ و مورفولوژی سرامسیت دلایل نوسان تست نشتی در بین نمونه‌های مختلف است، اگرچه ترکیب و استحکام PCM مشابهی را نشان می‌دهند.

(۵) تخلخل بالا سرامسیت قابل توجه است اما توزیع باز بودن نیز برای ادغام PCM بسیار مهم است. ترجیح داده می‌شود که منافذ/عیوب به هم پیوسته و کوچک به طور یکنواخت در داخل ذرات سرامسیت توزیع شده باشند. این ساختار به عنوان مواد پشتیبان PCM بهتر است اما برای تولید سرامسیت چالش‌هایی ایجاد می‌نماید.

کامپوزیت پارافین/سرامسیت تهیه شده دارای نسبت بارگذاری PCM خوب با روش ساخت نسبتاً ساده است که می‌تواند برای بتن استفاده شود. دو مشکل رایج با کامپوزیت PCM در بتن که منجر به مقاومت کمتر بتن می‌شود عبارتند از: تماس ضعیف با سطح و مقاومت پایین. روش ساخت ساده همچنین مصرف مواد شیمیایی را کاهش می‌دهد که منجر به کاهش خطرات محیط زیست می‌شود. کامپوزیت پارافین/سرامسیت تهیه شده را می‌توان در بتن سبک وزن برای بهبود ذخیره انرژی حرارتی استفاده نمود، اگرچه تحقیقات بیشتر (شامل سنگدانه‌های ریز، خواص سیمان، انتخاب مواد افزودنی و غیره) برای ارتقای عملکرد جامع بتن PCM سبک وزن در صرفه‌جویی انرژی مورد نیاز است.

Reference:

Wang, Xiaonan, et al. "Study on shape-stabilised paraffin-ceramsite composites with stable strength as phase change material (PCM) for energy storage." *Construction and Building Materials* 388 (2023): 131678.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131678

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیم‌زاده

(a) Dried samples

(b) Immersed in paraffin

(c) Vacuum oven

(d) Paraffin- impregnated ceramsite particles