POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

نرمال اکتادکان به‌عنوان تغییر فاز دهنده‌ی میکروکپسوله شده با قابلیت ذخیره انرژی بالا به‌منظور کاربرد در حفظ انرژی ساختمان

خلاصه

نوع جدیدی از مواد تغییر فاز دهنده‌ی میکروکپسوله شده[1] با هسته‌ی نرمال اکتادکان که توسط کوپلیمر استایرن-دی‌وینیل بنزن پوشش داده شده است با روش پلیمریزاسیون تعلیقی[2] سنتز شده است. مورفولوژی و ترکیبات شیمیایی microPCMs با چهار نسبت پوسته به هسته مختلف از طریق میکروسکوپ الکترونی روبشی[3] و طیف سنجی تبدیل فوریه فروسرخ[4] مورد آنالیز قرار گرفت. بر اساس نتایج آزمون‌های وزن سنجی دمایی[5] و گرما سنجی روبشی تفاضلی[6]، ویژگی‌های حرارتی microPCM های مختلف سنتز شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که microPCMهای نمونه با نسبت پوسته به هسته 2:1 (microPCM3)، پایداری حرارتی خوب و قابلیت ذخیره‌سازی حرارت بالایی داشته و با مقادیر آنتالپی ذوب[7] و راندمان کپسولاسیون[8] به ترتیب برابر با 0/7±111/5 J/g و 0/7±51/4 درصد، در بین تمامی نمونه‌های تهیه شده بیشترین شرایط را دارند. دمای اولیه‌ی کاهش وزن microPCM3 تا 160/5 درجه سانتیگراد در مقایسه با 115/5 درجه سانتیگراد برای نرمال اکتادکان خالص افزایش می‌یابد. علاوه بر این و به‌منظور بررسی بیشتر، چهار ساختمان[9] مختلف با محتوای microPCM3 مختلف (0، 10، 20 یا 30 درصد وزنی) در ماتریس سیمانی آنها آماده شده است. در مقایسه با مصالح ساختمانی معمولی، نوع با 30 درصد وزنی microPCM3 می‌تواند 67/82 درصد انرژی گرمایی بیشتری را در محدوده دمایی معمولی 10 تا 50 درجه سانتیگراد ذخیره نماید. اثرات سرمایش و گرمایش غیرفعال[10] ساختمان‌ها در شرایط دمایی شدید

---

[1] Microencapsulated phase change materials (microPCMs)
[2] Suspension polymerization
[3] Scanning electron microscopy (SEM)
[4] Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)
[5] Thermogravimetric analyzer (TGA)
[6] Differential scanning calorimetry (DSC)
[7] Melting Enthalpy
[8] Encapsulation
[9] Building board
[10] Passive

(10-70 درجه سانتیگراد) و همچنین عملکرد تنظیم حرارتی آن‌ها، تحت چندین آزمایش چرخه حرارتی متوالی[11] بررسی شده است. در مقایسه با انواع سیمانی بدون افزودنی microPCM3، نوع با 30 درصد وزنی microPCM3 نوسان دما را تا 59 درصد کاهش می‌دهند و این در حالی است که حداکثر نوسان دمایی تنها 23/5درجه سانتیگراد خواهد بود. نمونه مورد مطالعه ویژگی تنظیم حرارتی و عایق حرارتی بسیار خوبی را به نمایش گذاشته و پتانسیل کاربردی زیادی در بهبود مصرف انرژی ساختمان خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، چهار نوع microPCM با نسبت پوسته به هسته متفاوت با قابلیت ذخیره حرارتی و پایداری حرارتی بالا از طریق پلیمریزاسیون تعلیقی تهیه شد. تنظیم حرارتی و عملکرد عایق حرارتی انواع CB@microPCM3 با محتویات مختلف microPCM3 در ماتریس سیمانی به صورت تجربی مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده، می‌توان یافته‌ها را به صورت ذیل جمع‌بندی نمود:

1. microPCM های آماده شده، شکلی کروی با سطح صاف و بدون نقص نشان دادند. آنها قابلیت پراکندگی[12] بالایی داشتند.

2. با افزایش نسبت پوسته به هسته در microPCM ها، دمای تخریب در مرحله دوم microPCM ها به دمای بالاتری منتقل شد. این ممکن است به این دلیل باشد که افزایش نسبت پوسته به هسته منجر به افزایش ضخامت پوسته microPCM ها می‌شود که در نتیجه به دمای تجزیه بالاتری نیاز دارد.

3. وقتی نسبت پوسته به هسته microPCM 2:1 است، یعنی نمونه microPCM3، بهترین خواص حرارتی را با بالاترین آنتالپی‌های ذوب و تبلور به ترتیب در 111/5±0/7 J/g و 112/4±1/0 J/g از خود نشان می‌دهد. راندمان کپسولاسیون آن نیز در بالاترین میزان بوده و به 50/8±0/5 درصد می‌رسد.

4

[11] Consecutive thermal cycling experiment
[12] Dispersibility

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

4. هنگامی که کسر جرمی microPCM3 به 20 درصد وزنی یا 30 درصد وزنی افزایش یافت، ذرات microPCM3 در ماتریس سیمانی و همچنین روی سطح ماتریس سیمان پراکنده شدند. microPCM3 و ماتریس سیمان، ترکیبی عالی بدون واکنش شیمیایی به نمایش گذاشتند.

5. در مقایسه با نوع سیمانی خالص، ویژگی عایق حرارتی نوع CB@microPCM330 با 30 درصد وزنی microPCM3 تا 61/12 درصد بهبود یافته است.

6. در شرایط دمایی شدید (10-70 درجه سانتیگراد)، نوسان دمای برد CB@microPCM330 23/5 درجه سانتیگراد بود که در مقایسه با نوع سیمانی خالص 59٪ کاهش داشت.

7. در بین سه نوع نمونه CB@microPCM3، اثر سرمایش و گرمایش غیرفعال انواع CB@microPCM330 بیشترین دوام را، به ترتیب تا 194 ثانیه و 262 ثانیه داشت.

8. با افزایش microPCM3 در ماتریس سیمانی، انواع CB@microPCM3، عملکرد عایق حرارتی و تنظیم بهتری را نشان دادند. با این حال، زمانی که کسر microPCM3 از 30 درصد وزنی فراتر رفت، برد CB@microPCM3 به راحتی هنگام قالب‌گیری شکسته شد.

Keywords: Phase change material, Microcapsule, Cementitious composite, Thermal property, Thermal regulation, Energy-saving buildings

کلمات کلیدی: ماده تغییر فاز دهنده، میکروکپسول، کامپوزیت سیمانی، خواص حرارتی، تنظیم حرارتی، ساختمان‌های با مصرف بهینه انرژی

Ref: Zhao, K.; Wang, J.; Xie, H.; Guo, Z. Microencapsulated phase change n-Octadecane with high heat storage for application in building energy conservation. Applied energy, 2023, 329, 120284.

DOI: 10.1016/j.apenergy.2022.120284