POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

مطالعات ویژگی‌های حرارتی مواد تغییر فاز دهنده موم پارافین نانو تقویت‌شده برای کاربردهای ذخیره‌سازی حرارتی

چکیده

هدف از این پژوهش بهبود ویژگی‌های ذخیره‌سازی انرژی حرارتی موم پارافین با افزودن نانوذراتی مانند نانولوله‌های کربنی چند جداره (MWCNT[1]) و نانو SiO_2 است. پراکندگی نانوذرات MWNCT و SiO_2 در درصدهای وزنی 0.5 و 1.0 به ترتیب در موم پارافین منجر به تقویت PCM توسط نانوذرات مونو و هیبریدی (HnPCM[2]) شد. میکروسکوپ الکترونی عبوری، میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی و پراش اشعه ایکس برای توصیف نانوذرات و PCM ساخته شده استفاده شد. کالریمتری اسکن تفاضلی، تجزیه و تحلیل حرارتی و اندازه‌گیری هدایت حرارتی برای بررسی چگونگی تأثیر نانوذرات هیبریدی بر ویژگی‌های فیزیکی حرارتی موم پارافین استفاده شد. کسر وزنی نانوذرات پراکنده در PCMها به طور مستقیم با بهبود هدایت حرارتی کامپوزیت متناسب است. برای بهره‌مندی بیشتر از افزایش رسانایی حرارتی، از کسر وزنی نانوذرات هیبریدی که برابر یا بزرگتر از 1 درصد است استفاده شد. نتایج آنالیز نشان می‌دهد که ادغام نانوذرات SiO_2 و MWCNT با موم پارافین همگن بوده و نانوذرات رسانایی حرارتی موم پارافین را به ترتیب با HnPCM 2 به HnPCM 4 به ترتیب به 32، 40 و 46 درصد افزایش داده‌اند. دمای ذوب و انجماد PCM را می‌توان با پراکندگی نانوذرات کاهش و افزایش داد، همانطور که به صورت تجربی نشان داده شد. سایر خواصی مانند گرمای نهان، گرمای ویژه و ویسکوزیته ممکن است تحت تأثیر پراکندگی بیش از حد نانوذرات قرار گیرند. این یافته‌های امیدوارکننده نشان داد که نانوذرات، به‌ویژه MWCNT و SiO_2 ممکن است برای بهبود ویژگی‌های حرارتی موم پارافین برای ذخیره‌سازی انرژی حرارتی استفاده شوند.

[1] Multi-Walled Carbon Nanotubes
[2] hybrid nanoparticles enhanced PCM

کلمات کلیدی: مواد تغییر فاز دهنده، موم پارافین، هدایت حرارتی، نانولوله‌های کربنی چند جداره، SiO_2.

Keywords: Phase change material, Paraffin wax, Thermal conductivity, MWCNT, SiO_2.

نتیجه‌گیری

بررسی خواص حرارتی HnPCM حاوی نانو ساختارهای مبتنی بر کربن (MWCNT) و اکسیدهای فلزی (SiO_2) انجام شد. از نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گیری‌های زیر را به دست آورد.

• اندازه نانوذرات با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) تایید می‌شود. خلوص ذرات را تضمین می‌نماید زیرا حاشیه‌های پراش در یک الگوی منظم قرار دارند.

• موم پارافین در بسته‌ای از شاخه‌ها به شکل جسم قرار گرفته است که از تصاویر FE-SEM به وضوح قابل مشاهده است. اما با افزایش درصد وزنی MWCNT و SiO_2، ساختار پیچیده شده مشاهده شد.

• نقطه ذوب موم پارافین را می‌توان با افزایش درصد وزنی MWCNT و SiO_2 از 64.70℃ به 59.71℃ کاهش داد. زمانی که درصد وزنی MWCNT و SiO_2 در مخلوط افزایش می‌یابد، دمایی که در آن موم پارافین از 50.20 درجه سانتی‌گراد به 52.78 درجه سانتی‌گراد جامد می‌شود.

• افزودن MWCNT و نانو SiO_2 به موم پارافین به خوبی در ناحیه‌ای که دمای ذوب و انجماد HnPCMها در مقایسه با موم پارافین خالص کاهش یافته بود، کمک نمود. از سوی دیگر، افزایش درصد وزنی نانوذرات MWCNT و SiO_2 در HnPCM منجر به کاهش گرمای نهان HnPCM شد و انحراف در HnPCM 4 حداکثر بود (98 PW + 1 MWCNT + 1 SiO_2).

• آنالیز حرارتی نمونه‌ها نشان داد که نفوذ نانوذرات هیبریدی به پارافین با افزایش چشمگیر دمایی که در آن تجزیه حرارتی پارافین اتفاق می‌افتد، روند تجزیه حرارتی پارافین را کاهش می‌دهد. زوال حرارتی به ترتیب در دمای ℃ 140، ℃ 160، ℃ 165، ℃ 170 شروع شد و به ترتیب در ℃ 330 ، ℃ 335، ℃ 350، ℃ 380 متوقف شد.

• ارزیابی رسانایی حرارتی نشان داد که نانوذرات هیبریدی قادر به افزایش رسانایی حرارتی پارافین به صورت قابل توجهی هستند. رسانایی حرارتی موم پارافین خالص 0.24 بود و با افزایش آن از 0.24 به 0.45081 می‌توان آن را به 0.45081 برای HnPCM ارتقا داد.

Reference

Bharathiraja, R., T. Ramkumar, and M. Selvakumar. "Studies on the thermal characteristics of nano-enhanced paraffin wax phase change material (PCM) for thermal storage applications." *Journal of Energy Storage* 73 (2023): 109216.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.est.2023.109216

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیم‌زاده

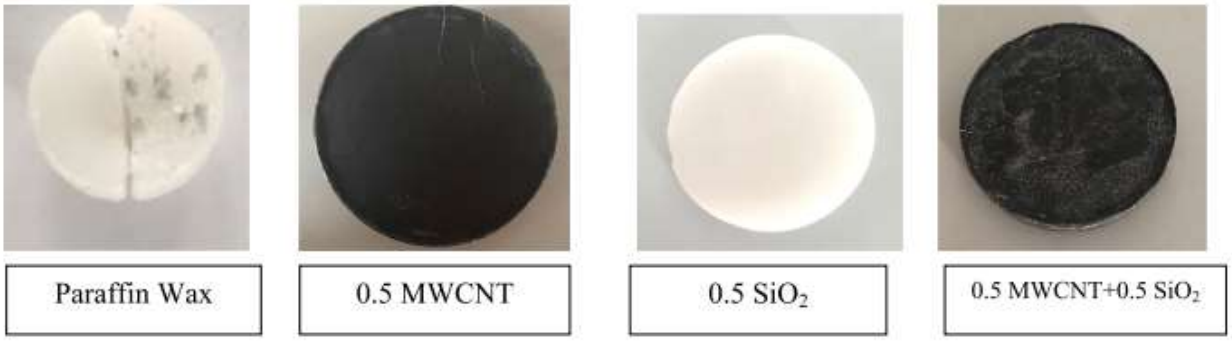

Fig. 2. Fabricated PCMs.