POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

مواد تغییر فاز دهنده کامپوزیت برای تبدیل حرارتی-نوری و ذخیره انرژی: بررسی

چکیده

مواد ذخیره‌سازی انرژی کامپوزیتی تغییر فاز دهنده تبدیل فوتو-حرارتی (PTCPCESM[1]) به دلیل هدایت حرارتی بالا، راندمان تبدیل حرارتی بالا، ظرفیت ذخیره‌سازی گرمای نهان بالا، خواص فیزیکی و شیمیایی پایدار و اثر صرفه‌جویی در انرژی، به‌طور گسترده در صنایع مختلف استفاده می‌شوند. PTCPCESMها مواد جدیدی هستند که می‌توانند انرژی خورشیدی را برای ذخیره‌سازی گرما و تبدیل انرژی به کار گیرند و کارایی بالایی در تبدیل انرژی، ذخیره‌سازی و استفاده از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر نشان دهند. مواد تغییر فاز دهنده آلی می‌توانند مقدار زیادی گرمای نهان را در طول انتقال فاز جامد-مایع جذب یا آزاد نمایند، در حالی که ماده‌ی حامل عملکردی می‌تواند کارایی و پایداری تبدیل فوتو-حرارتی را افزایش دهد. علاوه بر این، ماده حامل عملکردی به ماده کامپوزیت خواص مختلفی می‌دهد. PTCPCESMها می‌توانند تبدیل و ذخیره انرژی خورشیدی را تسهیل نموده و می‌توانند بر محدودیت‌های پایداری ساختاری، هدایت حرارتی، ظرفیت جذب نور، عملکرد تبدیل حرارتی-نوری و راندمان ذخیره انرژی حرارتی خود مواد تغییر فاز دهنده (PCM[2]) غلبه کنند. این مطالعه تحقیقات روی PTCPCESM از چین و سایر کشورهای خارجی را بررسی می‌نماید که می‌تواند استفاده و نرخ تبدیل نور خورشید با طیف کامل را بهبود بخشد و به مشکل تطبیق عرضه انرژی با تقاضا پرداخته و کاربرد عملی PCMها را گسترش دهد. این مطالعه پیشرفت تحقیقاتی PTCPCESM و کاربردهای آن‌ها در زمینه‌های مختلف در داخل و خارج از کشور را خلاصه نموده و چشم‌اندازی از جهت‌گیری‌های تحقیقاتی آینده آن‌ها ارائه می‌نماید.

کلمات کلیدی: مواد تغییر فاز دهنده، مواد کامپوزیت، تبدیل فوتو-حرارتی، ذخیره انرژی حرارتی.

Keywords: Phase-change materials, Composite materials, Photo-thermal conversion, Thermal energy storage.

[1] Photo-thermal conversion phase-change composite energy storage material
[2] phasechange materials

نتیجه‌گیری و چشم‌اندازها

به‌طور خلاصه، این بررسی تطبیق‌پذیری PTCPCESM را نشان می‌دهد که می‌تواند در زمینه‌های مختلفی مانند استفاده از انرژی خورشیدی، نمک‌زدایی آب دریا، اختلاف دما تولید برق، رطوبت تولید برق، درمان حرارتی-نوری، سنسورهای پوشیدنی انسانی و کاتالیز تنظیم حرارتی استفاده شود. عملکرد این مواد به کارایی آن‌ها در جذب نور، هدایت حرارتی، هدایت الکتریکی و پایداری و همچنین هزینه، اثرات زیست محیطی و قابلیت بازیافت بستگی دارد. بنابراین، طراحی و توسعه PTCPCESMها چالشی پیچیده است که مستلزم ایجاد تعادل در عوامل متعدد است. PTCPCESMها مواد جدیدی با کاربردهای امیدوارکننده در حل بحران انرژی و مشکلات زیست محیطی و ترویج توسعه پایدار هستند. بر اساس PCMها، فناوری ذخیره‌سازی انرژی کامپوزیتی با تغییر فاز تبدیل عکس حرارتی به سرعت در سال‌های اخیر پیشرفت نموده است و در سیستم‌های کلکتور خورشیدی، مدیریت حرارتی شخصی، مدیریت حرارتی باتری، ساختمان‌های با انرژی کارآمد و موارد دیگر به کار گرفته شده است.

در تحقیقات آینده باید به این موارد توجه داشت:

(۱) PTCPCESMها مواد اقتصادی و بادوامی هستند که می‌توانند در ساختمان‌ها استفاده شوند تا از این واقعیت استفاده نمایند که ساختمان‌ها می‌توانند تابش خورشید را جذب نموده و مصرف انرژی را با استفاده از خواص ذاتی مواد کامپوزیت کاهش دهند.

(۲) یکی از چالش‌های PTCPCESM خواص مکانیکی ضعیف آن‌ها است که نیاز به معرفی اسکلت پشتیبانی دارد که بتواند با چگالی ذخیره‌سازی حرارتی مواد کامپوزیت هماهنگ شود.

(۳) تحقیقات آینده باید توسعه انواع بیشتری از PCMهای آلی و مواد حامل عملکردی، بررسی روش‌های آماده‌سازی بیشتر و استراتژی‌های بهینه‌سازی، گسترش زمینه‌های کاربردی و همکاری‌های بین رشته‌ای و افزایش کارایی و عملکرد مواد کامپوزیتی را هدف قرار دهد.

دستورالعمل‌های زیر را برای تحقیقات آینده پیشنهاد می‌شود:

(۱) چالش‌های اصلی برای بکارگیری PTCPCESM بهبود عملکرد، کارایی و قابلیت اطمینان و کاهش هزینه‌های کلی آن‌ها (اولیه و چرخه عمر) است.

(۲) برای افزایش دوام اقتصادی PTCPCESM، بازار کاربرد آن‌ها باید گسترش یابد و هزینه تولید کاهش یابد. با افزایش تقاضای بازار، فرصت‌های بیشتری برای بهبود ایجاد می‌شود.

Reference:

Chai, Z., Fang, M., & Min, X. (2024). Composite Phase-Change Materials for Photo-Thermal Conversion and Energy Storage: A review. *Nano Energy*, 109437.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2024.109437

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیم‌زاده

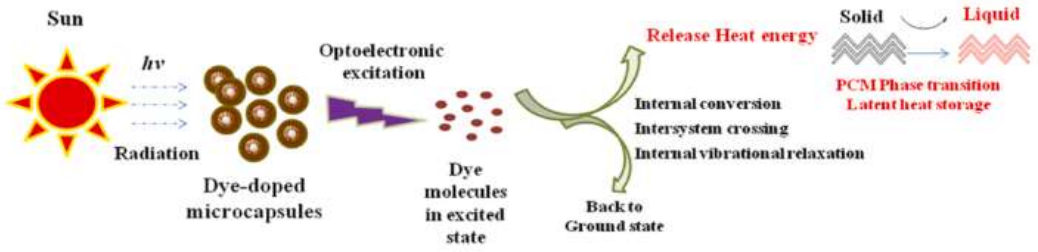
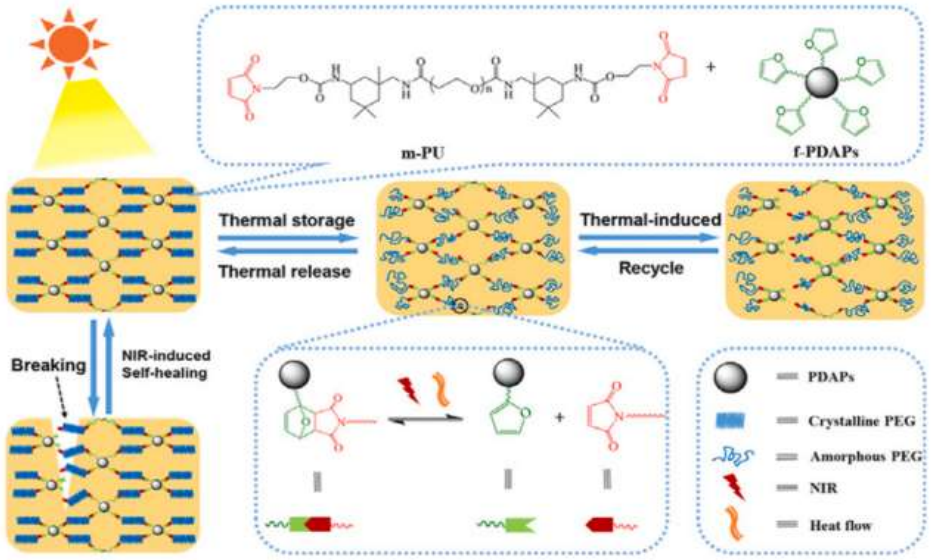
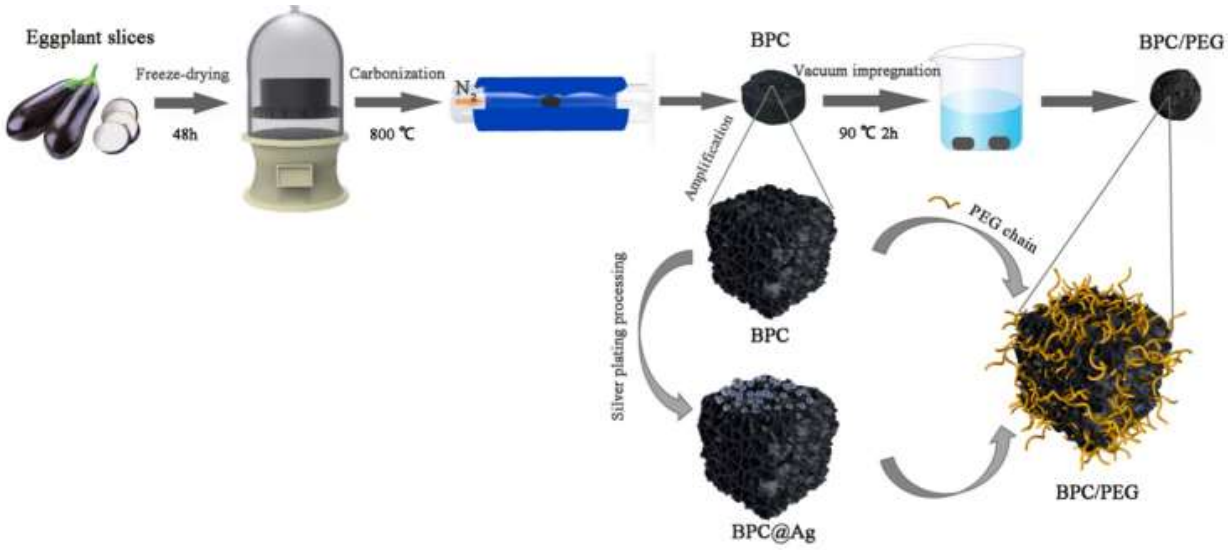


Fig. 3. Schematic detailing solar-thermal utilization enhancement mechanism of dye-doped MPCM [54].




Eggplant slices
Freeze-drying
48h
Carbonization
800 ℃
N2
BPC
Vacuum impregnation
90 ℃ 2h
BPC/PEG
Amplification
PEG chain
Silver plating processing
BPC
BPC@Ag
BPC/PEG