POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

روش‌های کپسوله‌سازی برای مواد تغییر فاز دهنده – یک بررسی انتقادی

چکیده

در حال حاضر، منابع تجدیدناپذیر به شدت مصرف می‌شوند که منجر به افزایش گرمایش جهانی ناشی از تولید دی‌اکسید کربن و غیره خواهد شد. مواد تغییر فاز دهنده (PCM[1]) به عنوان راه‌حلی برای کاهش این بحران‌های جهانی در نظر گرفته می‌شوند که به دلیل قابلیت ذخیره انرژی گرمایی امیدوارکننده آن‌ها نسبت داده می‌شود. در این بررسی انتقادی، خواص حرارتی روش‌های مختلف کپسوله‌سازی PCMها خلاصه و مقایسه می‌شود. کپسوله‌سازی تضمین نموده که PCMها به طور ایمن و کارآمد استفاده می‌شوند، بنابراین این روش باید قبل از اجرای عملی آن‌ها به طور کامل بررسی و بهبود یابد. خواص حرارتی قابل استفاده برای روش‌های مختلف کپسوله‌سازی و مواد کپسوله‌سازی مانند قطر ذرات، آنتالپی، راندمان کپسوله‌سازی و زمان‌های چرخه حرارتی بررسی می‌شوند. به محققان آینده توصیه می‌شود که رسانایی حرارتی را اندازه‌گیری و گزارش دهند و آن‌ها را به شیوه‌ای مناسب نمایش دهند. بسیاری از مطالعات این پارامتر را نادیده می‌گیرند و از پیشرفت تحقیق جلوگیری می‌نمایند. معیارهای ارزیابی برای خواص مکانیکی باید توسعه یابد تا امکان مقایسه بین مطالعات فراهم شود. پیشنهاد می‌شود که PCMهای یوتکتیک و فلزی، روش‌های کپسوله‌سازی سل-ژل، روش‌های انعقاد پیچیده و خشک نمودن با اسپری مواردی هستند که می‌توانند برای عملکرد بهتر میکروکپسول، بازدهی بالاتر میکروکپسول و بهبود شرایط سنتز مورد بررسی قرار گیرند. در آینده، میکروکپسول‌های دوکاره، کپسوله‌سازی کوپلیمری و مواد دوپه شده با عملکرد بالا در مقایسه با کپسول‌های تک‌کاربرد فعلی با پوسته‌های پلیمری خالص، پیشرفت‌های بسیار امیدوارکننده‌ای هستند.

[1] Phase change material

کلمات کلیدی

ذخیره انرژی گرمایی، مواد تغییر فاز دهنده، خواص حرارتی، روش‌های کپسوله‌سازی، میکروکپسوله‌های دو کاره، پوسته چند لایه.

نتیجه‌گیری

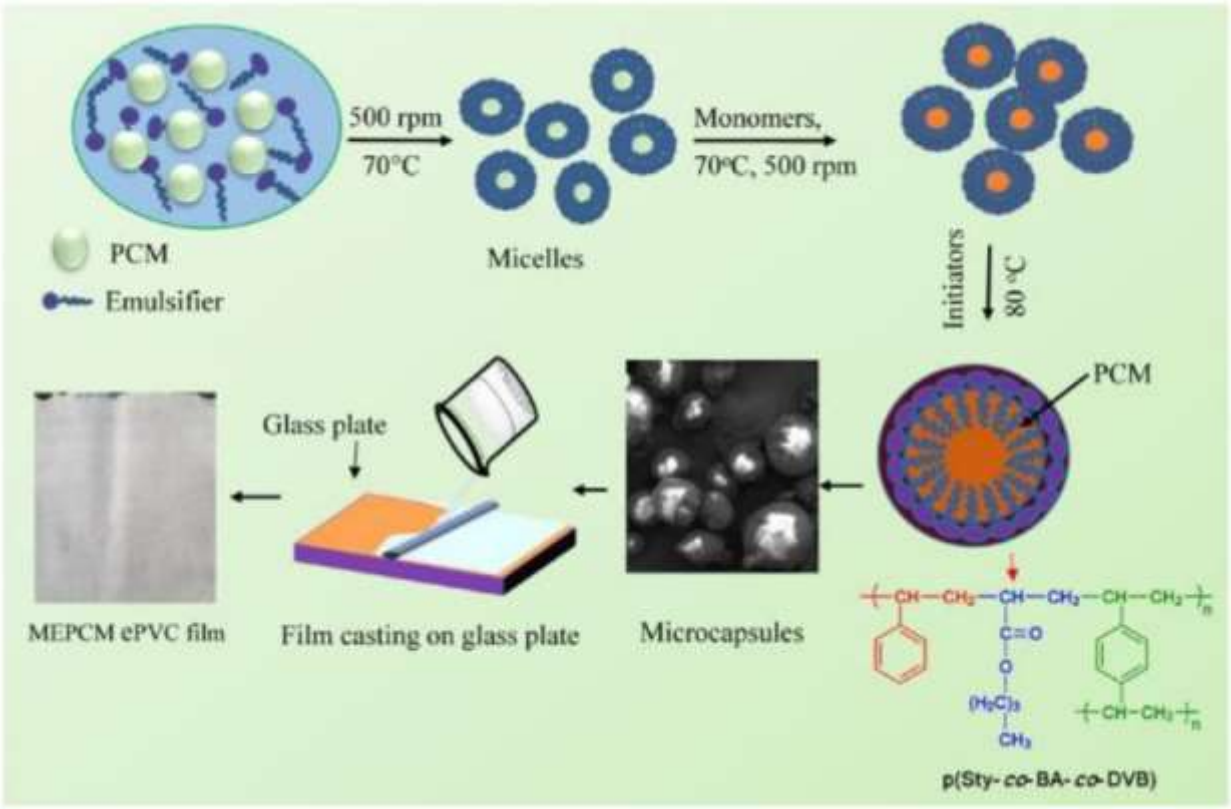
ذخیره انرژی به دلیل گرمایش جهانی ناشی از اتکای بیش از حد به منابع مرسوم همیشه قابل توجه است. PCMها که به عنوان جایگزین در نظر گرفته می‌شوند، مزایای زیادی دارند که می‌توان از آن‌ها استفاده نمود. بر اساس این بررسی انتقادی، نتیجه‌گیری‌های مربوطه به شرح زیر است:

- PCMها با خواص متفاوت از دسته‌های مختلف، مانند PCMهای آلی، معدنی و یوتکتیک، خلاصه می‌شوند. مزایا و معایب هر دسته به همراه تجزیه و تحلیل نشان‌دهنده نقطه ذوب و محدوده گرمای نهان آن‌ها ذکر شده است. ترکیبات فلزی و معدنی مناسب‌ترین برای استفاده در مناطقی هستند که نیاز به ذخیره انرژی در دمای بالا و تبادل سریع انرژی دارند. دیگر PCMها در زمینه‌های ذخیره انرژی با دمای متوسط که بیشتر به آن‌ها توجه می‌شود، سودمندتر هستند. به عنوان مثال، PCMهای آلی پایدار، غیر سمی هستند، اما هدایت حرارتی ضعیفی دارند که باید تقویت شوند. PCMهای معدنی رسانایی حرارتی عالی، اما همچنین خوردگی و فوق سرمایش را نشان می‌دهند.

خواص PCMهای یوتکتیک به ترکیب PCMها و روش‌های تولید مورد استفاده بستگی دارد، برای به دست آوردن عملکرد بهتر برای ترکیبات مختلف، انتخاب دقیق مورد نیاز است.

- علاوه بر این، روش‌های کپسوله‌سازی مانند روش‌های شیمیایی، فیزیکی و فیزیکی-شیمیایی، با مشورت از تحقیقات زیاد و به دنبال ادغام ویژگی‌های کلیدی ترموفیزیکی بررسی می‌شوند. تبخیر حلال و خشک نمودن با اسپری دو روش فیزیکی موثر مورد استفاده در کپسوله‌سازی PCMها هستند که نتیجه آن اندازه ذرات کوچکتر و امکان‌پذیری بالا می‌باشد. جدا از ژل‌شدن یونی، که صرفاً در PCM استفاده می‌شود، روش‌های انعقاد پیچیده و سل-ژل برای تشکیل پوسته معدنی با هدایت حرارتی بالا مانند سیلیس مفید هستند، اما شرایط انعقاد و pH پایین کاربرد آن‌ها را محدود می‌نماید. تمام روش‌های شیمیایی از جمله پلیمریزاسیون درجا، سطحی، سوسپانسیون و امولسیون می‌توانند اندازه‌های کپسول کوچک‌تری با توزیع‌های باریک به دست آورند. همچنین، مورفولوژی قابل تنظیم و امکان ترکیب مواد تقویت شده امیدوارکننده است اما همچنان با مشکل تولید انبوه مواجه است.
- برای حوزه‌های تحقیقاتی احتمالی آینده، هدایت حرارتی کپسول‌ها باید اندازه‌گیری شود، زیرا محققان قبلی معمولاً از این ویژگی بسیار مفید غفلت می‌نمایند. روش‌های آزمایش خواص مکانیکی باید با استفاده از یک معیار، استاندارد شود تا محققان بتوانند به طور جهانی با هم مقایسه نمایند. همچنین، PCMهای یوتکتیک و فلزی، روش کپسوله‌سازی سل-ژل، روش انعقاد پیچیده و خشک نمودن اسپری مواردی هستند که می‌توانند برای عملکرد بهتر میکروکپسول، بازدهی بالاتر میکروکپسول و بهبود شرایط سنتز مورد بررسی قرار گیرند. در آینده، میکروکپسول‌های دوکاره،

کپسوله‌سازی کوپلیمری و مواد با کارایی بالا دوپ‌شده برای توسعه کاربردهایی مانند منسوجات، ساخت و ساز و غیره بسیار امیدوارکننده هستند.



Reference:

Huang, Yongcai, Alex Stonehouse, and Chamil Abeykoon. "Encapsulation methods for phase change materials–A critical review." *International Journal of Heat and Mass Transfer* 200 (2023): 123458.

https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123458

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیم زاده