



مروری بر میکرو کپسوله سازی مواد تغییر فاز دهنده: طبقه بندی، مطالعه ی تکنیک های سنتز و کاربردها

خلاصه

نیاز به انرژی و مدیریت آن در دنیای امروز رو به افزایش است. بخش انرژی، زمینه‌ی مورد علاقه بسیاری از کشورهای جهان است. برای پرداختن به چالش‌های فعلی مرتبط سوخت‌های فسیلی، جامعه‌ی علمی در حال توسعه و آزمون مسیرهای جدید صرفه‌جویی در مصرف انرژی است. ذخیره‌ی انرژی حرارتی، روشی برای حفظ انرژی است. ذخیره‌ی انرژی حرارتی نه تنها ناترازی مصرف انرژی را کاهش می‌دهد، بلکه کارایی و پایداری انرژی را نیز، که خود بخش مهمی از حفظ انرژی است، بهبود می‌بخشد. در حوزه‌ی ذخیره‌ی انرژی حرارتی، آگاهی نسبت به مواد تغییر فاز دهنده¹ (PCM) و محبوبیت آن‌ها رو به افزایش است. میکروکپسول‌ها با افزایش سطح انتقال حرارت و کاهش نشت مواد مذاب، عملکرد مکانیکی و حرارتی PCM‌های مورد استفاده در ذخیره‌ی انرژی حرارتی را بهبود می‌بخشند. کپسوله‌سازی PCM برای جلوگیری از نشتی، افزایش انتقال حرارت و کنترل و کاهش واکنش‌پذیری PCM با محیط ضروری خواهد بود. اخیراً مطالعات زیادی در زمینه‌ی PCM‌های میکروکپسوله شده و کاربرد آن‌ها در سیستم‌های انرژی صورت گرفته است. پژوهش حاضر، مرور کاملی بر میکروکپسول‌های PCM مورد استفاده برای ذخیره‌ی انرژی حرارتی ارائه می‌نماید. این مطالعه پنج حیطةی مختلف را پوشش خواهد داد: طبقه‌بندی PCM‌ها، مواد پوسته‌ی کپسوله‌سازی، روش‌های میکروکپسوله‌سازی، خصوصیات میکروکپسول‌های PCM و کاربردهای حرارتی. این بررسی قصد دارد به محققان از حوزه‌های مختلف کمک کند تا درک بهتری از میکروکپسول‌های PCM به دست آورند و بتوانند راهکارهای نوآورانه و کلیدی برای آینده‌ی ذخیره‌سازی انرژی حرارتی با استفاده از این فناوری ارائه نمایند.

نتیجه‌گیری

میکروکپسول‌های PCM که شکل جدیدی از مواد پلیمری/کامپوزیت برای ذخیره‌ی انرژی حرارتی هستند، با استفاده از فناوری میکروکپسوله‌سازی ساخته شده‌اند. مواد آلی، معدنی و یوتکتیک سه نوع PCM مورد مطالعه هستند. مواد آلی، غیرآلی و هیبریدی آلی - غیرآلی و همچنین مواد پوسته به سه دسته تقسیم شده‌اند. شیوه‌های فیزیکی، شیمیایی و فیزیکی-شیمیایی مورد بررسی قرار گرفته‌اند و به عنوان استراتژی‌های میکروکپسوله‌سازی موجود برای PCM‌ها طبقه‌بندی شده‌اند. رویکرد میکروکپسوله کردن بهینه عمدتاً با ویژگی‌های میکروکپسول‌های

¹ Phase Change Material (PCM)

PCM تعیین می‌شود که این ویژگی‌ها شامل مواد هسته/پوسته، اندازه‌ی میکروکپسول، ضخامت پوسته، رفتارهای مکانیکی و خواص حرارتی است. علاوه بر این، روش‌های مورد استفاده برای توصیف میکروکپسول‌های PCM در این مطالعه‌ی مروری جامع مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال، DSC برای بررسی خواص حرارتی استفاده می‌شود و FTIR برای تعریف ساختار و پی‌کربندی شیمیایی استفاده می‌شود. مواد خام و روش‌های سنتز مورد استفاده در حین میکروکپسوله‌سازی تأثیر قابل توجهی بر خواص حرارتی، فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی میکروکپسول‌های PCM دارند. در نهایت، استفاده از میکروکپسول‌های PCM در منسوجات، دوغاب، ساخت وساز، فوم‌ها، زیست‌پزشکی، رنگ‌ها، کاربردهای فضایی، مواد ترموکرومیک و ترموتروپیک به نمایش گذاشته شده و به طور دقیق بررسی شده است. یافته‌ها نشان از نوید برای استفاده از این مواد به صورت عملی در آینده دارند. اگرچه میکروکپسول‌های PCM به نظر مواد جذابی برای ذخیره‌سازی انرژی حرارتی هستند، مشخصه‌یابی و کاربردهای صنعتی نیز باید در نظر گرفته شود. به عبارت دیگر، راندمان کپسوله‌سازی ناکافی است، اجزای اصلی ماده باید بهبود یابند، اندازه ذرات باید کاهش یابد و زمان اتصال عرضی باید کوتاه شود. از آنجایی که اکثر میکروکپسول‌های PCM از نظر نشت بررسی نمی‌شوند، یک رویکرد مشخصه‌یابی مکانیکی استاندارد برای میکروکپسول‌های PCM مورد نیاز خواهد بود.

کلمات کلیدی: ذخیره‌ی انرژی حرارتی؛ مواد تغییر فاز دهنده؛ ماکروکپسوله‌سازی؛ میکروکپسوله‌سازی؛ نانوکپسوله‌سازی.

Ref: Pasarkar, N.; Yadav, M.; Mahanwar, P.; A review on the micro-encapsulation of phase change materials: classification, study of synthesis technique and their applications, Journal of Polymer Research, 2023, 30, 13.

DOI: 10.1007/s10965-022-03380-0