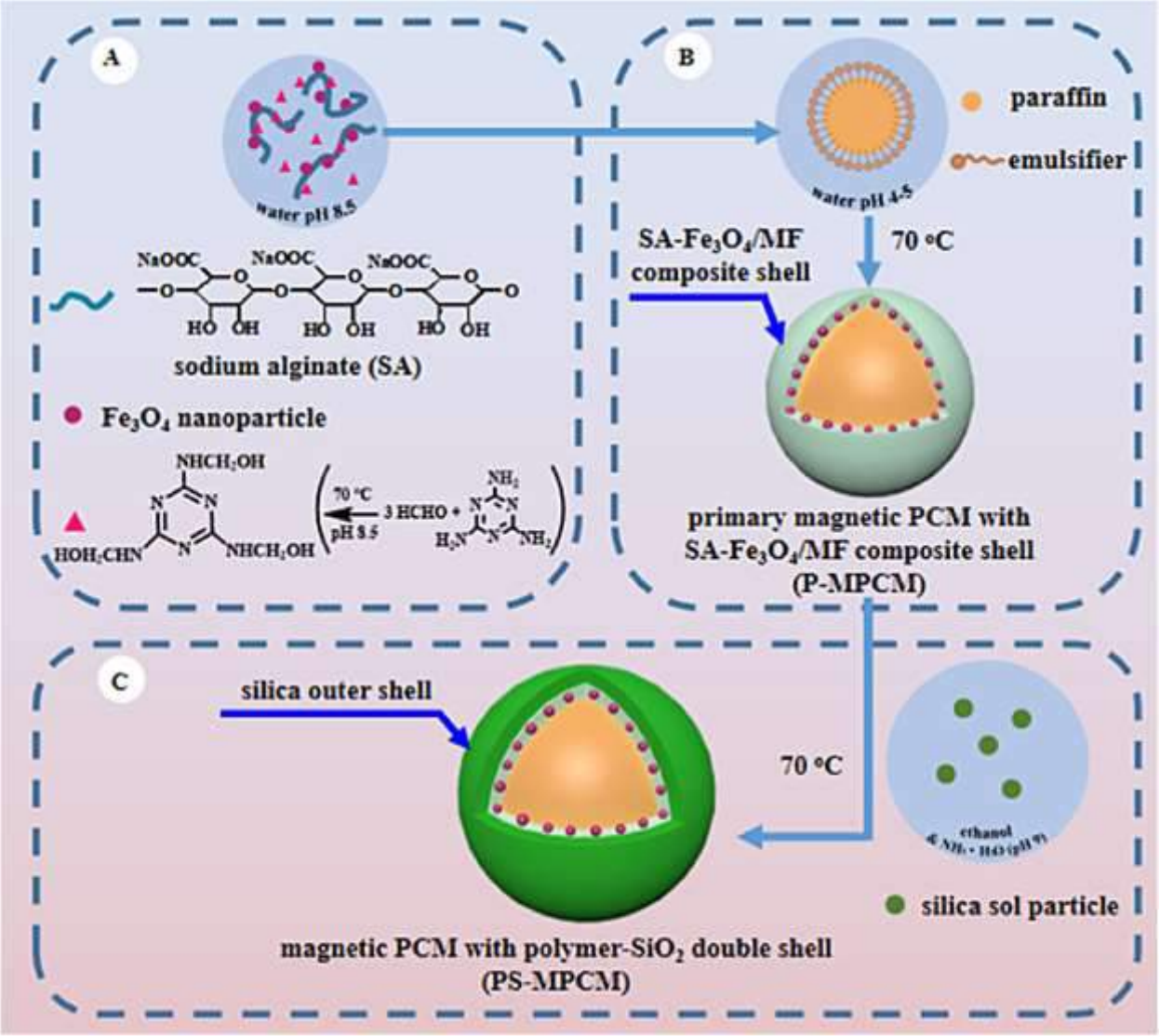
POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران



سنتز و ارزیابی میکروکپسول‌های تغییر فاز دهنده‌ی مغناطیسی با پوسته‌ی دوگانه‌ی آلی-معدنی

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

چکیده

مواد تغییر فاز دهنده‌ی میکروکپسوله شده‌ی مغناطیسی، می‌توانند تنظیم دمای موضعی را با استفاده از قابلیت مغناطیسی خود به سرعت فراهم آورند و به راحتی بازیابی شوند. با این حال، کپسوله کردن همزمان مواد مغناطیسی معدنی و مواد تغییر فاز دهنده‌ی آلی به دلیل سازگاری ضعیف آن‌ها، یک چالش است. در این پژوهش، مخلوط آبی حاوی متیلول‌ملامین[1] و سدیم آلژینات[2] بارگذاری‌شده با نانوذرات Fe_3O_4 مغناطیسی ($SA\text{-}Fe_3O_4$) تهیه شده و با امولسیون پارافین مخلوط شده است. پس از این‌که متیلول‌ملامین برای پلیمریزه شدن درجا در سطح مشترک قطرات امولسیون پارافین وارد شد، میکروکپسول‌های تغییر فاز دهنده‌ی مغناطیسی اولیه (P-MPCM) متشکل از یک هسته‌ی پارافینی و پوسته‌ی کامپوزیت رزین فرمالدهید ملامین/$SA\text{-}Fe_3O_4$ تشکیل شدند. سپس، ذرات سل SiO_2 روی سطح P-MPCM جذب شدند تا MPCM نهایی با یک ساختار پلیمری دو پوسته‌ای SiO_2 (PS-MPCM) را تشکیل دهند. ساختار پلیمری-SiO_2 دو پوسته‌ای مغناطیسی، با واکنش مغناطیسی سریع (می‌تواند به سرعت تحت میدان‌های مغناطیسی گردآوری شود)، آنتالپی تغییر فاز بالا ($J\cdot g^{-1}$ 184.4) و استحکام ساختاری عالی را برای PS-MPCM فراهم خواهد نمود. آنتالپی تغییر فاز و مغناطیس اشباع PS-MPCM سنتز شده، پس از ۲۰۰ چرخه‌ی حرارتی، تغییر کمی را تجربه می‌نماید. علاوه بر این، راندمان تبدیل نورگرمایی عالی (93.9%) از مزایای PS-MPCM است، که می‌توان از آن برای تبدیل انرژی خورشیدی در کاربردهای واقعی استفاده نمود. این پژوهش، روشی نوین برای سنتز MPCM با رسانایی حرارتی بالا در حدود $0.64\ W\cdot m^{-1}\cdot K^{-1}$، پاسخ مغناطیسی سریع و قابلیت استفاده مجدد را ارائه می‌دهد که می‌تواند به‌طور بالقوه برای تنظیم دما به صورت موضعی و هدفمند اعمال شود.

نتیجه‌گیری

[1] Methylol melamine
[2] Sodium alginate

در این پژوهش، میکروکپسول‌های تغییر فاز دهنده‌ی مغناطیسی با دو پوسته‌ی آلی-معدنی (PS-MPCM)، با نرخ کپسوله‌سازی بالا و پاسخ مغناطیسی سریع با روش پلیمریزاسیون قطره‌ای دو مرحله‌ای امولسیون، با موفقیت آماده شده‌اند. یک ماده‌ی پخش‌کننده‌ی آب‌دوست، SA، به عنوان حامل نانوذرات Fe_3O_4 با اندازه ذرات 5 nm استفاده شد. پارافین ابتدا توسط پوسته‌ی پلیمری کامپوزیتی SA-Fe_3O_4/MF کپسوله شد؛ سپس، ذرات کروی-PS MPCM با ابعاد میکرون، و توزیع قطر ذرات در بازه‌ی 4-16 µm، پس از تشکیل مداوم پوسته SiO_2 بر روی پوسته پلیمری، سنتز شدند. PS-MPCM به دست‌آمده دارای دمای تغییر فاز در محدوده‌ی ۳۰-۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، آنتالپی تغییر فاز $184.4\ J.\ g^{-1}$ (آنتالپی نظری پارافین $203.9\ J.\ g^{-1}$ است) و رسانش

$0.64\ W.m^{-1}.\ K^{-1}$ است. نرخ کپسوله‌سازی بالای پارافین (74.1%) و نانوذرات Fe_3O_4 (مغناطش اشباع PS-MPCM، برابر $3.98\ emu.\ g^{-1}$ است) PSMPCM به دست‌آمده را قادر می‌سازد تا به تنظیم دمای موضعی، مغناطیسی شدن سریع و بازیابی از طریق جدایش مغناطیسی دست یابد. شکل شناسی و ویژگی‌های حرارتی PS- MPCM پس از ۲۰۰ چرخه‌ی حرارتی، تغییر کمی از خود نشان می‌دهد؛ پس از گرم شدن PS-MPCM در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰۰ ساعت، نرخ نشت 3.65% است، که نشان می‌دهد که ساختار دو پوسته‌ای پلیمر-سیلیکا به محصول نهایی PS-MPCM، استحکام ساختاری عالی بخشیده است. راندمان تبدیل نورگرمایی عالی (93.9%) از دیگر مزایای PS-MPCM است، که از این مزیت برای تبدیل انرژی خورشیدی در کاربردهای واقعی استفاده می‌شود. تاثیرات ترکیب پوسته‌ی پلیمری کامپوزیتی و جرم تغذیه‌ی پارافین (mP)[3] روی تشکیل PS-MPCM بررسی شده است و ثابت شد که SA و MF در تشکیل موفقیت‌آمیز این ساختار دو پوسته‌ای، نقشی کلیدی بازی می‌کنند؛ بنابراین تاثیر قابل توجهی روی عملکرد PS-MPCM دارند. هنگامی که مقادیر سایر اجزا ثابت باشند، اندازه‌ی ذرات، نسبت کپسوله‌سازی پارافین و نانوذرات Fe_3O_4 و رسانایی حرارتی PS-MPCM را می‌توان با mP تنظیم نمود. با توجه به نسبت کپسوله‌سازی بالای پارافین، پاسخ مغناطیسی سریع، راندمان تبدیل نورگرمایی عالی و پایداری شیمیایی بالا، می‌توان انتظار داشت که از PS-MPCM در سیستم خنک‌کننده‌ی جریان پنل فتوولتائیک استفاده شود. برای مثال، PS-MPCM را می‌توان پشت پنل فتوولتائیک به شکل یک ماژول مواد تغییر فاز دهنده‌ی فتوولتائیک متصل کرد تا به چندین هدف دست یافت. هدف نخست، پایین نگهداشتن دمای سلول‌های فتوولتائیک تحت تابش طولانی مدت نور خورشید است زیرا

[3] Feed mass of parafin

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

آنتالپی PS-MPCM بالا است. هدف دوم، جلوگیری از گرم شدن موضعی بیش از حد پنل فتوولتائیک از طریق حرکت مغناطیسی سریع میکروکپسول‌ها است. هدف سوم، بهبود بیش‌تر بازده‌ی انرژی خورشیدی، به دلیل راندمان تبدیل نورگرمایی بالا PS-MPCM است و هدف چهارم، حصول اطمینان از دوام سیستم خنک‌کننده به دلیل پایداری خوب میکروکپسول‌های داخل پوسته‌ی سیلیکا در اکثر محیط‌های مایع است.

در مجموع، این پژوهش نه تنها یک روش کارآمد برای به دست آوردن میکروکپسول‌های تغییر فاز دهنده‌ی مغناطیسی با ساختار دو پوسته‌ای پلیمر-سیلیکا با هدایت حرارتی بالا، آنتالپی تغییر فاز ایده‌آل، پاسخ مغناطیسی سریع و قابلیت استفاده‌ی مجدد عالی ارائه می‌دهد، بلکه کاربرد میکروکپسول‌های تغییر فاز دهنده‌ی مغناطیسی در سیستم خنک‌کننده‌ی جریان پنل فتوولتائیک که دارای عملکرد تنظیم دمای موضعی است را نیز گسترش می‌دهد.

واژگان کلیدی: میکروکپسول‌های تغییر فاز دهنده؛ ساختار دو پوسته‌ای آلی-غیر آلی؛ جدایش مغناطیسی؛ تبدیل انرژی خورشیدی؛ تنظیم دمای موضعی هدفمند.

Ref: Jiang, Z.; Shu, J.; Ge, Z.; Jiang, Z.; Wang, M.; Ge, X.; Preparation and performance of magnetic phase change microcapsules with organic-inorganic double shell, Solar Energy Materials and Solar Cells, 2022, 240, 111716.
DOI: 10.1016/j.solmat.2022.111716