

مروری بر تأثیر مواد تغییر فاز دهنده نانو تقویت شده بر عملکرد سیستم ذخیره سازی انرژی حرارتی سرد

چکیده

پیش بینی می شود که تقاضای سرمایه گذاری بین سال های 2010 تا 2050 سه برابر افزایش یابد. دمای آسایش در ساختمان مهم است و تقاضا برای سرمایه گذاری در سراسر جهان به شدت در حال افزایش است. به منظور رسیدگی به مسائل ناشی از نوسانات بار الکتریکی و بارهای kVA بالای مرتبط با آن، حذف عدم تطابق بین عرضه و تقاضای انرژی ضروری است. سیستم ذخیره سازی انرژی حرارتی سرد (CTES¹) با استفاده از مواد تغییر فاز دهنده (PCM²) در زمان های خارج از پیک، راه حلی مناسب برای ذخیره سازی انرژی است. سپس این انرژی ذخیره شده می تواند به طور موثر برای برآوردن نیازهای اوج تقاضا مورد استفاده قرار گیرد. آب دیونیزه (DI³) به دلیل چگالی ذخیره انرژی بالا، گرمای نهان بالا، ماهیت غیر خورنده نسبت به مواد کپسوله کننده و پایداری حرارتی عالی، ماده تغییر فاز دهنده متداول در سیستم های CTES است. افزودن نانومواد مبتنی بر کربن مانند نانوپلاکت های گرافن (GNP⁴) و نانولوله های کربنی چند دیواره (MWCNT⁵) رسانایی حرارتی PCM (در مقایسه با فلز و نانوذرات اکسید فلزی) را افزایش می دهد. برای ایجاد سیستم CTES با افزایش چگالی ذخیره انرژی، استفاده از سورفکتانت ها باید به شدت کاهش یا حذف شود. تعداد اندکی از محققین در نتیجه پیشرفت های کنونی در نانوتکنولوژی، نانومواد را برای تولید پراکندگی بیشتر و سرعت هسته زایی سریع تر شروع نموده اند. به منظور جلوگیری از تجمع نانوذرات و افزایش پایداری مواد تغییر فاز دهنده نانوتقویت شده (NEPCM⁶) از طریق پراکندگی پایدار بدون تغییر قابل توجه در گرمای ویژه و گرمای نهان، از تکنیک کثووالانسی عامل دار سازی استفاده می شود. نیاز به استفاده از مفهوم

¹ Cool Thermal Energy Storage

² Phase Change Materials

³ Deionized

⁴ graphene nanoplatelets

⁵ multiwalled carbon nanotubes

⁶ nano-enhanced phase change material

CTES در تهویه مطبوع مسکونی، خنک کننده فرآیند در مقیاس کوچک و کاربردهای واکسن وجود دارد. برای برآوردن نیازهای فوق، سیستم CTES باید با ظرفیت پایین ($\leq 0.5 \text{TRhr}$) با نرخ تخلیه کنترل شده طراحی شود.

کلمات کلیدی: NEPCM، سیستم CTES، GNP، شارژ و تخلیه، سیال انتقال حرارت.

Keywords: NEPCM, CTES system, GNP, Charging and discharging, Heat transfer fluid.

نتیجه گیری

هدف این بررسی ارائه درک جامعی از رویکردهای بالقوه برای اجرای CTES با استفاده از PCM در کاربردهای دمای پایین است. هدف اصلی این بررسی، بررسی پیشرفت‌های فعلی در ادغام مواد تغییر فاز دهنده برای کاربردهای ذخیره سازی سرد در سیستم‌های تبرید مورد استفاده برای حمل و نقل و بسته بندی مواد غذایی، تبرید تجاری، کاربردهای صنعتی در مقیاس بزرگ و سایر سیستم‌های تبرید بود. این بررسی با مروری مختصر از انواع مختلف PCM آغاز شد و به دنبال آن ارائه مختصری با تأکید بر ویژگی‌های مواد کلیدی و روش‌های مربوطه برای تعیین خصوصیات انجام شد. در نهایت، یافته‌های قابل توجه از پیشینه پژوهش به شرح زیر خلاصه شد:

➤ نانوسیالات مبتنی بر کربن (GNP و MWCNT) PCM ایده آل برای کاربردهای CTES به دلیل هدایت حرارتی بالاتر برای چگالی پایین هستند.

➤ پراکندگی پایدار نانومواد در PCM از طریق افزودن سورفکتانت‌ها به دست می‌آیند. با این حال، خواص انتقال فاز (ظرفیت ذخیره) PCM پایه با پراکندگی سورفکتانت کاهش یافت.

➤ عاملدارسازی شیمیایی (کئووالانسی) نانومواد می‌تواند اهمیت سورفکتانت‌ها را در طول تهیه NEPCM از بین ببرد.

➤ دمای عملیاتی سیستم CTES صرفاً به خواص ترموفیزیکی و انتقال فاز PCM بستگی دارد.

➤ اندازه گیری دقیق خواص انتقال فاز به طراحی سیستمی CTES با انرژی کارآمد کمک می‌نماید.

سیستم ذخیره انرژی حرارتی باید برای کاربردهای مختلف در مقیاس کوچک، مانند نگهداری واکسن (2 تا 8 درجه سانتی گراد)، شیر (2 تا 4 درجه سانتی گراد)، گل‌های شاخه بریده (2 تا 8 درجه سانتی گراد) و برای کارهای

کوچک استفاده شود. تهویه مطبوع خانگی در مقیاس (HTF در 10°C) مصرف برق ویژه واحد چیلر با کاهش دمای اواپراتور افزایش می‌یابد.

Reference

Sathishkumar, A., Sundaram, P., Cheralathan, M., & Kumar, P. G. (2024). Effect of nano-enhanced phase change materials on performance of cool thermal energy storage system: A review. *Journal of Energy Storage*, 78, 110079.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.110079>

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیمزاده

