POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

اتصال مواد تغییر فاز دهنده کامپوزیت و نانو مواد تغییر فاز دهنده امولسیونی توسط سیستم سرمایشی تاخیری

چکیده

برای بهبود عملکرد باتری‌های لیتیوم یونی تحت سیکل‌های شارژ-دشارژ طولانی‌مدت، سیستم سرمایشی تاخیری اتصال دهنده مواد تغییر دهنده کامپوزیت (CPCM[1]) و نانو مواد تغییر فاز دهنده امولسیونی (NPCME[2]) پیشنهاد شده و به صورت عددی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در این مطالعه ابتدا بهینه‌سازی ساختار اتلاف برای به دست آوردن طراحی بهینه انجام شد. پس از آن، عملکرد سرمایشی سیستم مدیریت حرارتی باتری هیبریدی (BTMS[3]) که CPCM و NPCME را اتصال داده به طور جامع مورد بررسی قرار گرفت. اثرات شرایط عملیاتی مانند دمای ورودی، نقطه ذوب CPCM و نقطه ذوب NPCME بر عملکرد سرمایش به طور جداگانه مورد مطالعه قرار گرفت و شرایط عملیاتی بهینه به دست آمد. در نهایت، رفتار حرارتی سیستم سرمایشی تاخیری هم در یک عملیات شارژ/دشارژ تک و هم در چرخه شارژ/دشارژ مداوم مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که سیستم NPCME/CPCM عملکرد سرمایش بهتری نسبت به سیستم معمولی Water/CPCM ارائه می‌دهد و سیستم سرمایشی NPCME/CPCM می‌تواند ΔT_{max} هدف را در سرعت‌های جریان پایین‌تری نسبت به سرمایش Water/CPCM نگه دارد. در مقایسه با سیستم سرمایش هیبریدی موجود، مصرف انرژی را می‌توان به میزان قابل توجهی کاهش داد بدون اینکه عملکرد سرمایش را به خطر بیندازد. اختلاف دما و دمای بسته باتری در سه چرخه شارژ-دشارژ به ترتیب کمتر از 48 درجه سانتی‌گراد

[1] composite phase change material
[2] nano phase change material emulsion
[3] hybrid battery thermal management system

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

و 4 درجه سانتی‌گراد بوده و با استفاده از CPCM 90 درصد زمان سرمایش مایع کمتر از یک چهارم روند چرخه شد.

کلمات کلیدی

مدیریت حرارتی باتری هیبریدی، باتری‌های لیتیوم یونی، مواد تغییر فاز دهنده کامپوزیت، نانو مواد تغییر فاز دهنده امولسیونی، سیستم سرمایشی تاخیری.

نتیجه‌گیری

این پژوهش سیستم سرمایشی تاخیری جدیدی را که مواد تغییر فاز دهنده کامپوزیت (CPCM) و نانو مواد تغییر فاز دهنده امولسیونی (NPCME) مشارکت دارند پیشنهاد و به صورت عددی مورد بررسی قرار داده است. ابتدا ساختار اتلاف حرارت بسته باتری، از جمله جهت جریان مایع سرمایشی، فاصله سلول به صفحه سرد و پارامترهای فیزیکی CPCM بهینه گردید. دوم، مقایسه رفتار حرارتی بین Water/CPCM و NPCME/CPCM برای تایید برتری سرمایش NPCME/CPCM انجام شد و شرایط سرمایشی بهینه NPCME/CPCM به طور جامع مورد مطالعه قرار گرفت. در نهایت، یک استراتژی سرمایشی با تأخیر ارائه شد و از نظر عددی بهینه‌سازی شد تا بازده سرمایش بین خنک‌کننده CPCM و خنک‌کننده مایع متعادل شود. نتایج بدست آمده به شرح زیر است:

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

(1) صفحه سرد مینی کانال با حالت ضد جریان-1 بهترین عملکرد سرمایشی را نشان می‌دهد. افزایش فاصله سلول به صفحه سرد می‌تواند یکنواختی دمای بسته باتری را بهبود بخشد، اما زمانی که فاصله سلول به صفحه سرد از 5 میلی‌متر بیشتر شود، این افزایش ناچیز است. CPCM OP44E[4] با کسر جرمی 85 درصد وزنی باید در اولویت باشد زیرا نه تنها می‌تواند ΔT_{max} را تا کمتر از 5 درجه سانتی‌گراد نگه دارد اما همچنین در استفاده عملی از نشت پارافین نیز جلوگیری می‌نماید.

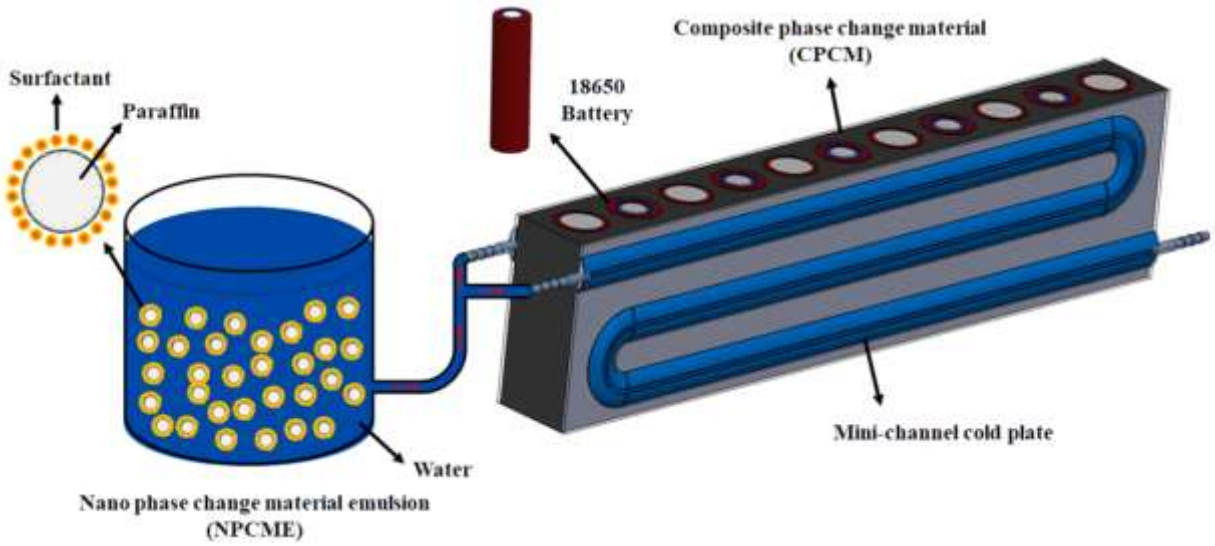
(2) سرمایش NPCME/CPCM عملکرد سرمایشی بهتری نسبت به سرمایش Water/CPCM نشان می‌دهد و سیستم سرمایشی NPCME/CPCM می‌تواند ΔT_{max} هدف را با مصرف انرژی کمتر نسبت به سرمایشی Water/CPCM نگه دارد. دمای بهینه سرمایش ورودی باید 35 درجه سانتی‌گراد باشد و ترکیب نانو مواد تغییر فاز دهنده امولسیون با Water/OP35E و همچنین ماده تغییر فاز دهنده کامپوزیت با OP44E/EG بهترین عملکرد سرمایشی را ایجاد می‌نماید.

(3) استراتژی سرمایش تاخیری با سیستم سرمایش هیبریدی معمولی متفاوت است. CPCM به نیروی اصلی برای سرمایش بسته باتری تبدیل می‌شود و NPCME سرمایشی برای بازیابی گرمای نهان استفاده می‌شود. با بهینه‌سازی استراتژی، سرمایش مایع باید زمانی فعال شود که کسر مایع CPCM α در فرآیند تخلیه با نرخ بالا به ۹۰ درصد حجمی برسد و وقتی که زمان شارژ در طول شارژ با نرخ پایین به ۲۸۰۰ ثانیه برسد، فعال شود.

(4) بر اساس سیستم سرمایشی تاخیری که NPCME و CPCM را ترکیب نموده، زمان کار سرمایش مایع کمتر از یک چهارم فرآیند چرخه در طول سه چرخه شارژ و دشارژ مداوم است، اما T_{max} و ΔT_{max} که به ترتیب بیشتر از 48 درجه سانتی‌گراد و 4 درجه سانتی‌گراد که در محدوده ایده آل است قرار ندارند.

[4] The CPCM was composed of paraffin

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران



Reference:

Cao, Jiahao, et al. "A delayed cooling system coupling composite phase change material and nano phase change material emulsion." ***Applied Thermal Engineering*** **191 (2021): 116888.**
https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.116888

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیم زاده