POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

استراتژی پیشنهادی برای پیش‌گرمایش دما پایین باتری‌های لیتیوم یون مبتنی بر هیدرات‌های نمک فوق خنک

چکیده

برای جلوگیری از تنزل شدید عملکرد و خطرات احتمالی ایمنی در دماهای زیر 283/15 درجه کلوین، پیش‌گرمایش برای باتری‌های لیتیوم یونی ضروری است. هیدرات‌های نمک فوق خنک به‌عنوان مواد ذخیره گرمای نهان، کاندید امیدوارکننده‌ای برای پیش‌گرم نمودن باتری‌ها در محیطی با دمای بسیار پایین است.

این مقاله $Na_2S_2O_3·5H_2O$ (STP) و $CH_3COONa·3H_2O$ (SAT) با خواص فوق خنک‌کننده عمیق و باتری $LiFeO_4$منشوری را به‌عنوان هدف مطالعه انتخاب می‌نماید. مطالعه پارامتری برای به دست آوردن طرحی بهینه انجام شده است. دمای پیش‌گرمایش باتری مورد نظر 293/15 درجه کلوین است. پس از بررسی زمان پیش گرمایش، استفاده مؤثر، انرژی ویژه و توان ویژه، پیکربندی که تمام اطراف باتری با ضخامت هیدرات نمک 8/0 میلی‌متر پوشانده شده است، طراحی بهینه در 253/15 درجه کلوین در نظر گرفته می‌شود. نرخ گرمایش 0/236 و 0/205 درجه کلوین برثانیه به ترتیب برای SAT و STP است. با این حال، هنگامی که دمای محیط به 273/15 درجه کلوین افزایش می‌یابد، استفاده موثر از SAT و STP به ترتیب ٪30/46و ٪34/41 کاهش می‌یابد. هنگامی که نرخ تخلیه باتری از 1 درجه سانتیگراد به 5 درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد، وضعیت شارژ (SOC[1]) نسبت به زمان قطع در SAT و STP به‌ترتیب از ٪85/45 به ٪56/69 و از ٪82/95 به ٪57/46 کاهش می‌یابد. این بدان معنی است که استفاده موثر بیشتری برای نرخ تخلیه بالا ارائه می‌شود. به دلیل نقطه ذوب بالاتر و همجوشی

1

بیشتر گرما، SAT نسبت به STP نرخ پیش گرمایش سریعتر و استفاده مؤثرتری را نشان می‌دهد، در حالی که تفاوت در دمای متوسط باتری اندک است.

4. نتیجه‌گیری

هنگامی که دمای عملیاتی کمتر از 283/15 درجه کلوین باشد، به‌دلیل تشکیل لایه فلزی لیتیوم روی سطح الکترودها، عملکرد باتری‌های لیتیوم یونی در محیط‌های با دمای بسیار پایین کاهش می‌یابد و طول عمر آنها کوتاه می‌گردد. بنابراین، برای محافظت از باتری‌های لیتیوم یونی و به تاخیر انداختن پیری زودرس باتری، یک فرآیند پیش‌گرمایش لازم است. دو هیدرات نمک (SAT و STP) با درجه فوق خنک‌کنندگی عمیق می‌توانند مقدار زیادی انرژی را در دماهای پایین ذخیره نمایند و می‌توانند برای گرم نمودن باتری $LiFeO_4$ منشوری تا دمای عملیاتی معمولی استفاده شوند. اثرات پیکربندی، ضخامت، دمای محیط و نرخ تخلیه بر فرآیند پیش‌گرمایش و رفتارهای دما برای جستجوی طراحی بهینه و شرایط استفاده مناسب در نظر گرفته می‌شوند. دمای عملیاتی مورد نظر برای باتری برای اطمینان از حاشیه ایمنی کافی، 293/15 درجه کلوین در نظر گرفته شده است.

نرخ پیش‌گرمایش عمدتاً به اندازه منطقه تماس بین باتری و هیدرات نمک بستگی دارد و بنابراین بهترین پیکربندی برای پیش‌گرمایش زمانی است که باتری توسط هیدرات نمک فوق خنک‌کننده احاطه شده باشد. در این پیکربندی، زمان گرمایش کمترین، و استفاده موثر بالاترین است. ضخامت بهینه هیدرات نمک فوق خنک‌کننده باید توان ویژه، انرژی ویژه، زمان پیش‌گرمایش و استفاده موثر را کاهش دهد. در نتیجه توافق، ضخامت 8/0 میلی‌متر انتخاب می‌شود که نه تنها کمترین زمان پیش‌گرمایش، 175 ثانیه برای SAT و 202 ثانیه برای STP را دارد بلکه طول چرخه گرمایش مناسبی را در دمای محیط 253/15 درجه کلوین فراهم می‌کند. سپس متوسط نرخ افزایش دمای باتری در پیکربندی و ضخامت بهینه به ترتیب 0/236و 0/205 درجه کلوین بر ثانیه برای SAT و STP است.

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

هنگامی‌که دمای محیط از 253/15 به 273/15 درجه کلوین افزایش می‌یابد، استفاده موثر از SAT و STP برای ضخامت 8/0 میلی‌متر به ترتیب ٪30/46 و ٪34/41 کاهش می‌یابد. دماهای بالاتر از 253/15 درجه کلوین برای ضخامت‌های نازک‌تر مناسب هستند تا عملکرد جامع را کاهش داده و اتلاف توان ویژه و انرژی ویژه بسته باتری را کاهش دهند. زمان قطع برای وضعیت شارژ ، پس از افزایش نرخ تخلیه از C1 به C5، به‌ترتیب ٪28/76 برای SAT و ٪25/49 برای STP افزایش می‌یابد. بنابراین، نرخ تخلیه بالاتر با حاشیه حرارتی بالاتر می‌تواند از زمان گرمایش طولانی‌تری در طول فرآیند تخلیه در یک محیط با دمای پایین برخوردار باشد. علاوه بر این، از آنجایی که تفاوت در میانگین دمای باتری بین SAT و STP بسیار ناچیز است، به نظر می‌رسد SAT به‌عنوان ماده پیش‌گرم‌کننده باتری به‌دلیل گرمای همجوشی بالاتر، سرعت پیش‌گرمایش سریع‌تر و استفاده کارآمدتر، امیدوارکننده‌تر باشد.

کلیدواژه‌ها

باتری لیتیوم یون، هیدرات نمک فوق خنک، پیش‌گرمایش، دمای پایین، مدیریت حرارتی باتری.

Lithium-ion battery, Supercooling salt hydrate, Preheating, low temperature, Battery thermal management

Doi: 10.1016/j.applthermaleng.2023.120639

مرجع

S. He, H. Lei, k. Dong, S. A. Khan, J. Zhao, “a Candidate Strategy for Low-Temperature Preheating of Lithium-ion Batteries Based on Supercooling Salt Hydrates”, 2023, Applied Thermal Engineering, Vol. 230.