POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

درک اثرات خواص الکتروشیمیایی و حرارتی جداکننده بر دمای باتری

چکیده

از طریق ترکیبی از مدل‌سازی و آزمایش‌ها، درک دقیقی از نقش خواص حرارتی و ویژگی‌های الکتروشیمیایی جداکننده‌ها در تکامل دمای باتری در طول نرخ‌های تخلیه کم، متوسط و بالا ایجاد می‌شود. مدل انتقال حرارتی مبتنی بر ریزساختار برای پیش‌بینی هدایت حرارتی جداکننده‌ها در شرایط خشک، مرطوب و پوشش‌داده‌شده فرمول‌بندی شده است. مدل الکتروشیمیایی- حرارتی جفت‌شده سه بعدی از باتری نیز توسعه و تایید شده است تا اثرات خصوصیات ذاتی جداکننده‌ها مانند هدایت حرارتی و هدایت یونی و خواص بیرونی مانند سرعت تخلیه باتری و راندمان خنک‌کنندگی محیط را بر روی آن‌ها مشخص کند. دمای باتری مشخص می‌کند که جداکننده پوشش داده شده با پلی‌اکریلیک اسید-اکسید آلومینیوم[1] (PAA) افزایش دما را در باتری لیتیوم یونی تا 20% در مقایسه با جداکننده پلی‌اتیلن بدون پوشش در طول نرخ جریان‌های تخلیه بالا کاهش می‌دهد. خواص الکتروشیمیایی جداکننده مانند هدایت یونی و انتشار[2] یون لیتیوم، توسط چسب PAA در پوشش افزایش می‌یابد درحالیکه رسانایی حرارتی جداکننده توسط جزء Al_2O_3 در پوشش افزایش می‌یابد. افزایش خواص الکتروشیمیایی جداکننده که تلفات اهمی را در حوزه جداکننده-الکترولیت کاهش می‌دهد، نقش غالب در تعدیل دمای باتری دارد درحالیکه افزایش هدایت حرارتی جداکننده به دلیل پوشش Al_2O_3-PAA نقش ثانویه در تعیین دمای باتری در مقایسه با یک باتری با جداکننده بدون روکش دارد. تأثیر جداکننده پوشش داده شده در کاهش افزایش دما در باتری زمانی که باتری با بالاترین میزان تخلیه شده باشد و محیط اطراف کمترین راندمان خنک‌کنندگی را داشته باشد، بیشتر آشکار می‌شود.

[1] Al_2O_3-Polyacrylic Acid
[2] Diffusivity

کلمات‌کلیدی: باتری لیتیوم یون[1]، جداکننده‌های پوشش‌داده‌شده Al_2O3-PAA[2]، تخلیه با نرخ جریان بالا[3]، دمای سلول[4].

Keywords: Lithium-ion battery, Al_2O_3-PAA coated separators, High C-rate discharge, Cell temperature.

نتیجه‌گیری

از آنجایی که تقاضا برای باتری های با ظرفیت بالا، کارایی زیاد و وزن سبک همچنان در حال رشد است، مدیریت حرارتی به منظور اطمینان از ایمنی و دوام باتری‌ها به طور فزاینده‌ای حیاتی می‌شود. کاهش فرار حرارتی[5] نیازمند بهینه‌سازی اجزای داخلی و محیط خارجی باتری است. در میان اجزای مختلف داخلی باتری، جداکننده نقش مهمی در تأثیرگذاری بر رفتار حرارتی باتری دارد. از این رو، این مطالعه بر توسعه یک درک دقیق از نقش ویژگی‌های حرارتی و الکتروشیمیایی جداکننده‌ها بر تکامل دمای باتری در زمان‌های تخلیه کم، متوسط و بالا متمرکز بود. همانطور که در شکل نشان داده شده است، نتیجه‌گیری اصلی مطالعه عبارتند از:

۱) مدل انتقال حرارتی مبتنی بر ریزساختار برای پیش‌بینی هدایت حرارتی جداکننده‌ها در شرایط خشک، مرطوب و پوشش‌داده شده فرمول‌بندی شد.

۲) مدل الکتروشیمیایی-حرارتی جفت‌شده سه بعدی از باتری نیز برای روشن‌کردن اثرات خصوصیات ذاتی جداکننده‌ها مانند هدایت حرارتی و رسانایی یونی و ویژگی‌های بیرونی مانند سرعت تخلیه باتری و راندمان خنک‌سازی محیط بر روی دمای باتری ایجاد و تأیید شد.

۳) جداکننده پوشش داده شده Al_2O_3-PAA افزایش دما را در باتری لیتیوم یونی تا 20% در مقایسه با جداکننده پلی‌اتیلن بدون پوشش در هنگام دشارژ بالا کاهش می‌دهد.

۴) افزایش خواص الکتروشیمیایی جداکننده مانند هدایت یونی و انتشار یون لیتیوم (همانطور که در مورد جداکننده پوشش داده شده مشاهده شد) افت اهمی و افت پتانسیل را در حوزه جداکننده-الکترولیت کاهش می‌دهد و نقش غالب در تعدیل دمای باتری دارد.

---

[1] Lithium-Ion Battery
[2] Al_2O_3-PAA coated separator
[3] High C-Rate Discharge
[4] Cell Temperature
[5] thermal runaway

۵) در مقایسه با اثراتی که خواص الکتروشیمیایی جداکننده در تعدیل دمای باتری دارد، رسانایی حرارتی جداکننده نقش ثانویه‌ای در تعیین دمای باتری به ویژه در طول فرآیند دشارژ بالا خواهد داشت.

۶) در مقایسه باتری با جداکننده بدون روکش، تأثیر جداکننده پوشش داده شده در کاهش افزایش دما در باتری زمانی که باتری با بالاترین میزان دشارژ شده باشد و محیط اطراف کمترین راندمان خنک‌کنندگی را داشته باشد، بیشتر آشکار می‌شود.

Reference

Lu Y, Wu Z, Cheng G, Venkatesh TA, Liu G, Bai Y, Yu L, Li N. Understanding the effects of the electrochemical and thermal properties of the separator on the battery temperature. Chemical Engineering Journal. 2023 Apr 1; 461:142067.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.142067

مترجم: علیرضا کرفی