POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

پلیمرهای باتری‌های لیتیوم یون پیشرفته: آخرین نیازها و نیازهای آینده در مورد پلیمرها برای اجزای مختلف باتری

چکیده

پلیمرها با موفقیت به‌عنوان ترکیبات الکترود و مواد جداکننده/الکترولیت به‌منظور استفاده در باتری‌های لیتیوم یون (LiBs[1]) به‌دلیل خواص برجسته ذاتی آنها مانند چگالی پایین، سهولت درفرآیندپذیری، خواص حرارتی، مکانیکی و الکتریکی عالی و عملکردی به‌راحتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مطابق با الزامات نهایی تجهیزات عملکرد باتری به‌شدت به نوع پلیمر مورد استفاده بستگی دارد. خواص فیزیکی و شیمیایی پلیمرهایی که به‌عنوان اجزای مختلف باتری مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید بیشتر بهبود یابد تا توسعه نسل بعدی باتری‌ها برای صنعت خودروهای الکتریکی، جاییکه افزایش تراکم انرژی و ایمنی مورد نیاز است، تقویت شود. با توجه به نقش آن در LIBها، این پژوهش آخرین پیشرفت‌ها را در زمینه پلیمرهایی که به‌عنوان ترکیبات الکترود و جداکننده/الکترولیت استفاده می‌شوند، خلاصه می‌نماید. برای هر جزء باتری، وضعیت پیشرفته بر اساس نوع پلیمری تقسیم می‌شود. تنگناها و چالش های فعلی که پلیمرها در LIBها با آن روبرو هستند نشان داده شده است و راهبردهای ممکن برای رویارویی با آنها ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی

پلیمرها، الکترود، جداکننده/الکترولیت، باتری‌های لیتیوم یون.

نتیجه گیری و پیشرفت‌های آینده

مواد پلیمری به اجزای ضروری در الکترودها و سیستم‌های جداکننده/الکترولیت باتری‌های لیتیوم یون با کارایی بالا تبدیل شده‌اند. در مورد الکترودها، بایندر پلیمری نقش مهمی در حفظ یکپارچگی مکانیکی و ساختاری، بهبود چسبندگی به جمع‌کننده جریان و اتصال ماده فعال و افزودنی رسانا به یکدیگر ایفا می‌نماید. در حال حاضر انواع مختلفی از پلیمرها به‌عنوان بایندر پلیمری استفاده می‌شوند که رایج‌ترین آنها PVDF[2] و CMC[3] هستند.PVDF به‌دلیل پایداری الکتروشیمیایی بالا، خواص مکانیکی عالی، پایداری حرارتی، برهمکنش خوب با محلول الکترولیت و توانایی اثبات شده‌اش در انتقال یون لیتیوم (Li^+)، بایندر غالب در

[1] lithium-ion batteries
[2] poly (vinylidene fluoride)
[3] carboxymethyl cellulose

صنعت باتری است. معایب اصلی استفاده از PVDF استفاده از حلال‌های سمی در جریان فرآیند آن و معمولاً پیوستگی/چسبندگی اندک به جمع‌کننده جریان است.

بیشتر تلاش‌ها در رابطه با بایندر پلیمری بر بهبود چسبندگی/پیوستگی به جمع‌کننده جریان و توسعه بایندرهایی است که با موفقیت ویژگی‌های اساسی مانند بهبود عملکرد مکانیکی، الکتریکی و الکتروشیمیایی را پوشش می‌دهند. رسانایی بالا به‌عنوان استراتژی مناسب به‌منظور رفع نیاز به یک افزودنی رسانا به الکترودها در حال ظهور است. علاوه‌بر این، طراحی بایندرهای جدید سازگار با محیط زیست که به راحتی قابل بازیافت باقی می‌مانند، ضروری می‌باشد. ارائه عملکردهای اضافی مانند قابلیت کشش، خواص خود ترمیمی و مقاومت اندک ممکن است به بهبود قابلیت نرخ و عمر چرخه LIBها منجر گردد.

با توجه به غشاهای جداکننده، وظیفه اصلی آنها فراهم نمودن محیطی جهت انتقال موثر یون‌ها بین الکترودها، جلوگیری از تماس الکتریکی بین آند و کاتد، تنظیم سینتیکی سل و تضمین فرآیند شارژ/تخلیه ایمن است. بیشتر مواد مورد استفاده برای غشاهای جداکننده باتری، پلی‌الفین‌ها و پلیمرهای برپایه PVDF هستند. جداکننده‌های تجاری موجود بر پایه پلی‌الفین‌ها پایداری حرارتی و مکانیکی پایینی دارند، بسیار قابل اشتعال هستند و ترشوندگی اندکی دارند. برعکس، PVDF دارای خواص مکانیکی عالی، پایداری حرارتی خوب است و می‌تواند امکان کنترل مورفولوژی را از طریق سیستم‌های پلیمر/حلال دوتایی و سه تایی فراهم نماید. فعالیت‌های آینده در این زمینه شامل استفاده از پلیمرهای طبیعی با کنترل مناسب بر روی ریزساختار (تخلخل‌های بزرگ‌تر از 80 درصدی و اندازه منافذ کوچک کمتر از 1 میکرومتر)، عملکرد مکانیکی خوب، پایداری حرارتی کافی و دستیابی به سازگاری بیشتر است. این جداکننده‌های جدید بایستی با استفاده از روش‌های مقیاس‌پذیر و ایمن تولید شوند، جاییکه پرکننده‌هایی با ماهیت متفاوت می‌توانند به منظور ارتقای مقادیر رسانایی یونی وارد شوند. الکترولیت‌های پلیمری جامد برای نسل بعدی باتری‌های حالت جامد ضروری هستند زیرا ممکن است ایمنی LIBها را بهبود بخشند، جاییکه PEO[4] بیشترین استفاده را دارد. متأسفانه، رسانایی یونی در دمای اتاق الکترولیت‌های جامد همچنان نامطلوب باقی می‌ماند و استفاده از آنها را در LIBهای تجاری محدود نماید. از این نقطه نظر، پلی‌ساکاریدهای متنوع از جمله مشتقات سلولز و کاراگینان[5] ویژگی‌های جالبی را برای ایجاد الکترولیت‌های پلیمری جامد نشان می‌دهند، زیرا ویژگی ذاتی آمورف[6] آنها ادغام نمک لیتیوم در ساختار جامد را تسهیل می‌نماید.

اگرچه به‌طور کلی LIBها ایمن هستند، با میلیون‌ها مصرف‌کننده که از تجهیزات ذخیره انرژی برپایه لیتیوم استفاده می‌نمایند، قطعاً خرابی‌هایی رخ می‌دهد. از این نقطه نظر، ایمنی باتری یکی از مرتبط‌ترین مسائلی

[4] Poly (ethylene oxide)
[5] carrageenan
[6] amorphous

است که باید در آینده نزدیک بر آن غلبه نمود تا امکان استفاده از LIB در خودروهای الکتریکی فراهم گردد. رویکردهای مختلفی تاکنون به‌منظور غلبه موثر رشد درختی[۷] لیتیوم در LIB با استفاده از جداکننده‌های پلیمری انجام شده است، جاییکه کارهای آینده به استفاده از پوشش‌ها به‌منظور بهبود پایداری و ایمنی الکتروشیمیایی می‌پردازد.

استفاده از پلیمرهای زیستی قابل فرآیند با آب نیز باید در نظر گرفته شود. در این چارچوب، سلولز و مشتقات آن به‌عنوان مواد بالقوه برای توسعه همه LIBهای حالت جامد پایدار ظاهر می‌شوند، زیرا فرصت استفاده از فرآیندهای کاغذسازی[۸] در جریان ساخت آنها فراهم می‌گردد و روشی در مقیاس بزرگ[۹] آسان، کارآمد و مقرون به‌صرفه را ارائه می‌دهند. ساخت SPEها[۱۰] می‌تواند توسعه استراتژی‌های جدید را در جهت بهبود LIBهای معمولی تقویت نماید. علاوه‌بر افزایش ایمنی مرتبط، SPE با رسانایی بالای یون Li^+ می‌تواند در طراحی باتری‌های جدید متشکل از آند لیتیوم و یک واکنش دهنده کاتدی مایع یا گاز کمک شایانی نماید. چنین پیکربندی ممکن است به افزایش ولتاژ سلول همزمان با افزایش ظرفیت آند و کاتد نیز همراهی نماید. به‌طور مشابه، زمینه LIBهای انعطاف پذیر فرصت های جدید بیشماری را ارائه می‌دهد، که استفاده از الکترولیت‌های جامد موضوع تحقیقاتی داغ و به‌روزی است.

به‌طور کلی، این بررسی نقش مرتبط مواد پلیمری را برای اجزای مختلف در LIB نشان می‌دهد، که به تلاش‌های تحقیقاتی بیشتری برای تقویت عملکرد آنها نیاز است. به دست آوردن LIBهای کم هزینه، ایمن، طولانی‌تر و پایدار مطمئناً یکی از اهداف کلیدی در تحقیقات در مورد مواد و تجهیزات ذخیره انرژی باقی خواهد ماند.

Reference

Costa CM, Lizundia E, Lanceros-Méndez S. Polymers for advanced lithium-ion batteries: State of the art and future needs on polymers for the different battery components. Progress in Energy and Combustion Science. 2020 Jul 1;79:100846.

DOI: 0.1016/j.pecs.2020.100846

[7] dendrite growth
[8] papermaking processes
[9] scale-up method
[10] solid polymer electrolyte