



معاونت پژوهشی

کد سند: RO-S-F-27-02

تاریخ صدور: ۱۳۹۹/۴/۲۲

تاریخ ویرایش: ۱۳۹۹/۵/۱۵

فرم خلاصه فارسی طرح / پروژه

عنوان طرح / پروژه: بررسی روش های بهینه سازی مواد کاتدی فسفات لیتیوم آهن برای استفاده در باتریهای یون-لیتیوم

واحد مجری:	گروه انرژیهای تجدیدپذیر	کارفرما:	پژوهشگاه نیرو
مدیر طرح / پروژه:	مرتضی ترابی	مجری:	جناب آقای دکتر شهریار بزرگمهری
کد مالی پروژه:	۸۳۱۱۸۰	کد کیفی پروژه:	UNEPN19
نوع طرح / پروژه:	پروژه پسادکتر	معاونت:	پژوهشی

همکاران: سید طاهر سیدین

کلمات کلیدی: (۶ تا ۱۰ مورد) باتری لیتیومی؛ مواد کاتدی فسفاتی؛ فسفات لیتیوم آهن؛ بهینه سازی؛ عملکرد باتری؛ لیتیوم سولفور

ضرورت انجام پروژه/طرح: یکی از چالشهای بزرگ بشر در عصر حاضر، دسترسی به انرژی پایدار، مطمئن، ارزان، تجدید پذیر و پاک می باشد. انواع انرژیهای نو به بازار معرفی شده اند که شامل انرژی خورشیدی، انرژی بادی، زیست توده و زمین گرمایی می باشند. آنچه در تمامی این انرژیها به چشم می آید، لزوم وجود ذخیره کننده ای است که بتواند انرژی را در ساعات غیر پیک مصرف ذخیره و در موقع نیاز وقتی که انرژی تجدیدپذیر در دسترس نیست به سیستم بازگرداند. این منبع ذخیره انرژی میبایستی کوچک، سبک و ارزان باشد. بعلاوه بتواند با نرخ بالایی توان بدست دهد و همچنین با نرخ توان بالایی قابلیت ذخیره انرژی را داشته باشد. ایمنی، هزینه، عمر و قابلیت پرتابل بودن از دیگر مزایای سیستمهای ذخیره ساز انرژی محسوب می شود.

اهداف پروژه/طرح: در این پروژه سعی بر این بوده است تا با ورود به بحث ذخیره سازهای انرژی برای منابع تجدیدپذیر، زنجیره تولید تا انتقال و توزیع انرژی به مصرف کننده تکمیل گردد. قبلاً در گروه انرژی های تجدیدپذیر فعالیتهای فراوانی در زمینه تولید انرژیهای تجدیدپذیر بصورت انرژی خورشیدی، زمین گرمایی، باد و زیست توده انجام گرفته است. اما در مورد ذخیره سازی این انرژیها، علیرغم اهمیت حیاتی آنها برای حفظ چرخه تولید و توزیع، فعالیتی صورت نگرفته است. از طرفی با توجه به تدوین سند و نقشه راه ذخیره سازهای انرژی در صنعت برق و جمع بندی انجام شده توسط این سند در افق ۱۴۰۴ که پیشرفت انرژیهای تجدیدپذیر و ذخیره سازها بهم گره خورده اند و اینکه سه نوع از چهار نوع ذخیره سازهای معرفی شده در این سند از نوع باتری و بخصوص با تمرکز بر باتری لیتیومی می باشد، لازمست تا ساخت یک ذخیره ساز پرتابل برای این هدف مورد بررسی قرار گیرد. در این پروژه با استفاده از دانش فنی متخصصین و وسایل و ادوات مورد نظر که برای ساخت سلولهای باتری مورد استفاده قرار میگردد، یک پک باتری در ظرفیت حدود ۱ کیلووات ساعت برای ذخیره سازی انرژی در حوزه انرژی های تجدید پذیر ساخته و تست می گردد. این اولین پروژه در زمینه باتریهای مدرن در پژوهشگاه نیرو بوده و درواقع برای تأمین نیازهای کنونی و آتی گروه انرژی تجدید پذیر تبیین شده است. در این پروژه طراحی و بررسی پکهای باتری بر مبنای باتریهای مختلف صورت خواهد پذیرفت. برای این منظور فناوریهای باتری مدرن مورد ارزیابی و تست قرار خواهند گرفت تا شرایط اقلیمی و کاری مختلف برای ذخیره سازی انرژی از منابع مختلف انرژیهای تجدید پذیر مورد ارزیابی و تست قرار گیرد.

چکیده پروژه/طرح: باتریهای قابل شارژ و خازنها جمیع تمامی این خواص مطلوب را دارند و برای استفاده در انرژیهای تجدیدپذیر بیش از همه مورد توجه قرار گرفته اند. از این بین چهار مدل باتری شامل باتریهای سرب-سید، باتریهای نیکل-کادمیم، نیکل-هیدرید فلزی و لیتیومی تو سعه داده شده اند. در مورد باتریهای لیتیومی فرایند تحقیق و توسعه همچنان ادامه دارد و بیش از همه مورد توجه می باشد. انواع دیگری از باتریها مانند باتریهای منیزیمی، آلومینیومی، باتریهای جریان و مدلهای پیشرفته تر از باتریهای لیتیومی در حال توسعه می باشند. آنچه در این مورد در حال حاضر اهمیت دارد، استفاده از فناوری روز و قابل توسعه در آینده می باشد که ریسک سرمایه گذاری و توسعه تجاری را کاهش می دهد. باتریهای لیتیومی از این حیث در اولویت قرار دارند چراکه هم وارد بازار مصرف شده اند و هم توسعه آنها بطور چشمگیر و

روزانه ادامه دارد. این باتریهای هم اکنون برای ذخیره سازی انرژی الکتریکی در سطح وسیعی مورد استفاده قرار می گیرد. قابلیت پرتابل بودن این باتریها این امکان را بدست می دهد تا انرژی الکتریکی بدست آمده از منابع تجدیدپذیر را براحتی در دسترس قرار داد. ساخت خودروهای برقی و حجم بازار این محصولات در این راستا بدست آمده اند. در این پروژه سعی بر این است تا با ورود به بحث ذخیره سازی انرژی برای منابع تجدیدپذیر، زنجیره تولید تا انتقال و توزیع انرژی به مصرف کننده تکمیل گردد. قبلاً در گروه انرژی های تجدیدپذیر فعالیتهای فراوانی در زمینه تولید انرژیهای تجدیدپذیر بصورت انرژی خورشیدی، زمین گرمایی، باد و زیست توده انجام گرفته است. اما در مورد ذخیره سازی این انرژیها، علیرغم اهمیت حیاتی آنها برای حفظ چرخه تولید و توزیع، فعالیتی صورت نگرفته است. از طرفی با توجه به تدوین سند و نقشه راه ذخیره سازی انرژی در صنعت برق و جمع بندی انجام شده توسط این سند در افق ۱۴۰۴ که پیشرفت انرژیهای تجدیدپذیر و ذخیره سازها بهم گره خورده اند و اینکه سه نوع از چهار نوع ذخیره سازی معرفی شده در این سند از نوع باتری و بخصوص با تمرکز بر باتری لیتیومی می باشد، لازمست تا ساخت یک ذخیره ساز پرتابل برای این هدف مورد بررسی قرار گیرد. در این پروژه با استفاده از دانش فنی متخصصین و وسایل و ادوات مورد نظر که برای ساخت سلولهای باتری مورد استفاده قرار میگیرد، یک پک باتری در ظرفیت حدود ۱ کیلووات ساعت برای ذخیره سازی انرژی در حوزه انرژی های تجدید پذیر ساخته و تست می گردد. این اولین پروژه در زمینه باتریهای مدرن در پژوهشگاه نیرو بوده و در واقع برای تأمین نیازهای کنونی و آتی گروه انرژی تجدید پذیر تبیین شده است. در این پروژه طراحی و بررسی پکهای باتری بر مبنای باتریهای مختلف صورت خواهد پذیرفت. برای این منظور فناوریهای باتری مدرن مورد ارزیابی و تست قرار خواهند گرفت تا شرایط اقلیمی و کاری مختلف برای ذخیره سازی انرژی از منابع مختلف انرژیهای تجدید پذیر مورد ارزیابی و تست قرار گیرد.

مراحل و روش های انجام پروژه/طرح: مراحل اجرای این پروژه به شرح زیر می باشد:

بر اساس تجربه و دانش پیشین، عنوان مورد نظر انتخاب شده است. در این مرحله از کار لازمست تا سخت افزارها و نرم افزارهای لازم برای ساخت تهیه شوند. پارامترهای مهم در خرید تجهیزات باتری در این مرحله مشخص شده و وسایل و مواد مصرفی و غیر مصرفی در این مرحله تهیه و آزمایشگاه مورد نظر تجهیز می گردد. مطالعات لازم برای این مرحله، به دو قسمت تقسیم می شود. مطالعات اولیه در مورد ساخت باتری لیتیوم-آهن و مرور منابع آن است. مواد مورد نظر برای این باتریها بسته به کاربرد و قیمت مصرف کننده لازمست تا بهینه سازی شوند. بنابراین، مباحثی در این زمینه مطالعات دقیقی صورت گیرد. مطالعات دیگر مربوط به ادوات ساخت و تست باتریهاست. پارامترهای مهم در خرید تجهیزات بدلیل حساسیت خاصی که مد نظر است، لازمست در این مرحله بخوبی بررسی شود. برای این امر لازم به انجام سفرهایی نیز می باشد که در هزینه های طرح دیده شده است. تجهیزات ساخت باتری در این سطح خریداری می شود. همچنین وسایل و تجهیزاتی که برای تستهای آزمایشگاهی و میدانی و بررسی اطمینان پذیری باتری لازم هستند، در این مرحله همراه مواد لازم برای ساخت باتری خریداری و یا ساخته می شوند. این مواد شامل مواد متداول ساخت باتری، موادی که باید در آزمایشگاه ساخته شوند بر اساس نیاز مورد نظر و همچنین انواع افزودنی ها می شود. فرآیند ساخت باتری انجام شده و شیمی لیتیوم-آهن مورد بررسی قرار میگیرد. بدین منظور، از تجهیزاتی که در مرحله قبل خریداری شده است برای ساخت و ارزیابی و مشخصه یابی باتریهای لیتیوم-آهن استفاده می شود. فرآیند ساخت باتریهای لیتیومی متفاوت از فرآیندهای ساخت دیگر باتریهاست و به دقت و کیفیت بسیار بالایی نیاز دارد. ساخت مواد اولیه با خلوص بالا بر کارایی نهایی باتری اثر بسیار حیاتی دارد. بنابراین لازمست تا در این مرحله ساخت باتری با شیمی لیتیوم-آهن بخوبی مورد بررسی قرار گیرد. در این مرحله باتریهای ساخته شده بر اساس شیمی لیتیوم-آهن مورد ارزیابی های مشخصه یابی و تستهای الکتروشیمیایی قرار میگیرد. می توان بخوبی دریافت که عملکرد باتریها در بلند مدت و تستهای تسریع شده چگونه هستند و قبل از ورود به تستهای میدانی، باتریهای را از نظر پارامترهای زیادی بررسی و تست کرد.

اهم نتایج به دست آمده از انجام پروژه/طرح (خروجی های فنی، ثبت اختراع، مقالات، کتب، گزارش های فنی و ...):

دستاوردهای نهایی طرح حاضر، ارائه گزارشهای روز دنیا در زمینه فناوری باتریهای پیشرفته و تعامل شرکتهای سازنده خودرو سازی و نیز نیروگاهی با شرکت های مرتبط سیستمهای ذخیره کننده الکتروشیمیایی است. علاوه بر آن، تهیه و بررسی خواص الکتروشیمیایی کاتدهای جدید بر پایه فناوری نانو در قالب ساخت سلول انجام گرفته است. مقاله زیر نیز زمنتج از این پروژه بوده است:

Neda Tadayon, Ali Ramazani, Morteza Torabi, Seyyed Taher Seyyedini, Using of various metal species for improvement of electrochemical performances of lithium sulfur batteries, Journal of Electroanalytical Chemistry, 878 (2020) 114652.