بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکدهٔ مهندسی مواد

سمینار دفاع از پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد گرایش شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

با عنوان:

بازیافت فلزات ارزشمند از باتری‌های لیتیوم-یونی مستعمل

ارائه‌دهنده: **امید امامیان آباده**

زمان ارائه: ۱۸ شهریورماه ۱۴۰۳- ساعت ۱۱:۰۰ **مکان:** سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

اعضای کمیته داوری:

اساتید راهنما: **دکتر مسعود پنجه‌پور، دکتر محمود مرآتیان**

اساتید داور: **دکتر مهدی احمدیان، دکتر مهران نحوی**

چکیده

امروزه باتری‌های لیتیوم-یونی در زمینه‌های مختلفی از جمله صنعتی و خانگی در وسایلی همانند گوشی همراه، رایانهٔ قابل حمل، خودروهای برقی، لوازم‌خانگی هوشمند، مخازن ذخیرهٔ انرژی قابل حمل و سیستم توزیع برق شهری قابل استفاده است. چالش‌های عظیمی از قبیل عمر کاری محدود، نیاز به مواداولیه، عیار بالای فلزات گران‌بهای موجود در ترکیب باتری، ضایعات گسترده و چالش‌های زیست‌محیطی مرتبط با باتری‌های لیتیوم-یونی مستعمل سبب شد تا بازیافت آن‌ها امری مهم تلقی شود. در این پژوهش فلزات صنعتی و ارزشمند موجود در ترکیب کاتد از قبیل آلومینیوم، لیتیوم، نیکل، کبالت و منگنز با فرآیند هیدرومتالورژی و روش‌های انحلال و یا رسوب‌گذاری بازیابی شد. در این فرآیند از محلول‌های قلیایی و اسیدی استفاده گردید که در این بین، اسیدهای آلی به علت اسیدیتهٔ بالاتر، سازگاری با محیط‌زیست و امکان بازیابی و بازگشت به چرخهٔ تولید گزینهٔ بهتری به حساب آمد. هم‌چنین به منظور کمک به انحلال بهتر مواد در فرآیند هیدرومتالورژی و عملیات انحلال از احیاکننده‌ها استفاده گردید. بازیابی فلزات مذکور در دو حالت پودر و یا محلول انجام شد. در ابتدا به منظورتخلیهٔ کامل الکتریکی باتری‌های لیتیوم-یونی مستعمل محلول سدیم کلرید غوطه‌ور شد. باتری‌های خارج شده از محلول با آب‌مقطر شسته شده و در محیط رطوبت خود را از دست داد. سپس باتری در دستگاه گلاوباکس و در اتمسفر گاز آرگون باز و ورقه‌های کاتد از سایر بخش‌ها تفکیک گردید. ورقه‌ها در دستگاه آسیاب گلوله‌ای خردایش یافت تا برای انحلال مرحلهٔ اول و با هدف حذف ناخالصی آلومینیوم از ترکیب آماده شود. در این مرحله محلول‌های مختلفی مصرف شد که اگزالیک اسید، آلومینیوم و لیتیوم موجود در پودر را حل نموده و کبالت، نیکل و منگنز را رسوب‌دهی کرد و به عنوان محلول بهینه تعیین شد. رسوب به دست آمده خشک و در مرحلهٔ دوم انحلال مورد استفاده قرار گرفت. در مرحلهٔ دوم انحلال از رسوب مذکور استفاده و سولفوریک اسید به عنوان محلول پایه انتخاب و برای احیای بهتر کبالت و افزایش میزان انحلال در دمای کاری، موادی به صورت احیاکننده اضافه شد که ترکیب سولفوریک اسید و سیتریک اسید با انحلال نیکل و منگنز و رسوب‌دهی کبالت، به عنوان ترکیب بهینه انتخاب گردید. سپس بازیابی لیتیوم و آلومینیوم از محلول حاصل از مرحلهٔ اول و نیکل و کبالت از محلول حاصل از مرحلهٔ دوم بود که با روش رسوب‌گذاری اجرایی شد. در مرحلهٔ اول رسوب‌گذاری نیز با افزودن سدیم کربنات به محلول حاوی لیتیوم و آلومینیوم به دست آمده در مرحلهٔ اول انحلال، لیتیوم کربنات رسوب‌دهی و ترکیبات آلومینیوم‌دار به صورت محلول باقی ماند. هم‌چنین در مرحلهٔ دوم رسوب‌گذاری، آمونیوم کلرید به محلول به دست آمده از مرحلهٔ دوم انحلال اضافه و منجر به رسوب ترکیب منگنزدار و باقی‌ماندن ترکیبات حاوی نیکل در محلول شد. به طور کلی می‌توان استنباط کرد که لیتیوم به کمک سدیم کربنات و به صورت پودر لیتیوم کربنات، کبالت نیز به کمک سولفوریک اسید و سیتریک اسید به صورت پودر ترکیب کبالت‌دار با خلوص ۹۵ درصد و منگنز نیز به کمک آمونیوم کلرید و به صورت منگنز اکسید بازیابی شد. ترکیبات حاوی آلومینیوم و نیکل نیز در محلول‌های به دست آمده از رسوب‌گذاری مراحل اول و دوم باقی ماند که برای بازیابی نیازمند استفاده از روش الکتروشیمیایی است.

کلمات کلیدی: بازیافت، باتری لیتیوم-یونی، کاتد، هیدرومتالورژی، انحلال، رسوب‌گذاری.