



การเตือนจุดสิ้นอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนล่วงหน้า ด้วยสเปกโทรสโกปีอิมพีแดนซ์เชิงเคมีไฟฟ้า

แวนพรกอน เจ๊ะหมัด¹, มูฮัมหมัดฟาติล สามัญ¹ และ ศิริชัช จันทร์ทองพน^{1*}

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย สตุล อ.เมืองสตุล จ.สตุล 91140 ประเทศไทย

*E-mail: korn05331@gmail.com

บทคัดย่อ

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเสื่อมสภาพลงตามการใช้งานจนถึงจุดสิ้นอายุการใช้งาน (End-of-Life; EOL) ซึ่งการตรวจพบเมื่อความจุลดลงถึงเกณฑ์แล้วมักสายเกินไปต่อการวางแผนบำรุงรักษา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ค่าอิมพีแดนซ์จากการวัดสเปกโทรสโกปีอิมพีแดนซ์เชิงเคมีไฟฟ้า (Electrochemical Impedance Spectroscopy; EIS) ได้แก่ความต้านทานอิเล็กโทรไลต์ (Re) และความต้านทานการถ่ายโอนประจุ (Rct) เป็นสัญญาณเตือนล่วงหน้าก่อนถึง EOL โดยวิเคราะห์ข้อมูลแบตเตอรี่รวม 46 เซลล์จากสามฐานข้อมูลอิสระ ได้แก่ NASA, Oxford และ CALCE ครอบคลุมสามชนิดสารเคมีและสี่ระดับอุณหภูมิ กำหนดค่าฐาน (baseline) จากค่ามัธยฐานของ 10 รอบแรก แล้ววัดระยะเวลาเตือนล่วงหน้า (lead time) เมื่อค่า Re หรือ Rct เพิ่มขึ้นเกินเกณฑ์ (threshold) ที่กำหนด พร้อมตรวจสอบความถูกต้องแบบ Leave-One-Out ผลการศึกษาพบว่าเมื่อค่า Re หรือ Rct เพิ่มขึ้นเกินร้อยละ 10 จากค่าฐาน สามารถเตือนล่วงหน้าได้ 44-62 รอบก่อนถึง EOL และเมื่อเปรียบเทียบกับความต้านทานภายในแบบกระแสดตรงพบว่า EIS ตรวจจับการเสื่อมสภาพในช่วงต้นได้ดีกว่าอย่างชัดเจน สรุปได้ว่าค่า Re และ Rct จาก EIS เป็นตัวชี้วัดเตือนล่วงหน้าที่เชื่อถือได้และประยุกต์ใช้ข้ามชนิดแบตเตอรี่ได้ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบบริหารจัดการแบตเตอรี่

คำสำคัญ: แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน, สเปกโทรสโกปีอิมพีแดนซ์เชิงเคมีไฟฟ้า, การพยากรณ์อายุการใช้งาน, จุดสิ้นอายุการใช้งาน, ความต้านทานการถ่ายโอนประจุ