

บทคัดย่อ

รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการ “การพัฒนาเจลอิเล็กโทรไลต์สำหรับแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว -กรดแบบวาล์ว” นี้ได้ ทำการศึกษาผลของสารเติมแต่ง ปริมาณพุ่มซิลิกา ขนาดพุ่มซิลิกาในเจลอิเล็กโทรไลต์ต่อสมรรถนะของแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว - กรดแบบมีวาล์วควบคุม ซึ่งจะแบ่งการทดลองเป็นสองส่วนคือส่วนที่ใช้เจลอิเล็กโทรไลต์ที่ผสมสารเติมแต่งต่างๆ ได้แก่ พอลิพี โรล (PPy) พอลิเอทิลีนไดออกไซด์/พอลิสไตรีนซัลโฟเนต (PEDOT:PSS) พอนโซ เอสเอส (Pss) ของเหลวไอออนิก (IL) ทำการวัด ค่าการนำไฟฟ้า การสูญเสียไฮโดรเจนและออกซิเจนของอิเล็กโทรไลต์ด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมทรี และทดสอบ ประสิทธิภาพแบตเตอรี่ตะกั่ว -กรดแบบมีวาล์วควบคุมที่ใช้เจลอิเล็กโทรไลต์ที่พัฒนาขึ้น พบว่า การวัดค่าการนำไฟฟ้านั้น สามารถบอกแนวโน้มของเจลอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมได้ แต่ไม่สามารถบ่งบอกถึงสูตรเจลอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมได้ โดยใน การวัดค่าการนำไฟฟ้านั้นยังต้องทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ควบคู่ด้วยเพื่อให้ผลการทดลองที่แน่นอน โดย เจลอิเล็กโทรไลต์ที่ให้ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความจุไฟฟ้าที่สูงกว่าการไม่เติมสารเติมแต่ง ได้แก่ เจลอิเล็กโทรไลต์ที่เติมสารเติม แต่ง พอลิพีโรลและ พอนโซ เอสเอส ส่วนเจลอิเล็กโทรไลต์ที่เติมสารเติมแต่งของเหลวไอออนิก จะช่วยลดการสูญเสียไฮโดรเจน และออกซิเจนได้ ขณะที่การทดลองอีกส่วนจะใช้ไซเคิลเมซลเฟดผสมกับสารเติมแต่งต่างๆ ซึ่งจากการศึกษาผลในอิเล็กโทรไลต์ เหลว พบว่า ไซเคิลเมซลเฟด ช่วยเพิ่มสมรรถนะของแบตเตอรี่ โดยให้ค่าความจุมากขึ้นร้อยละ 6.85 และมีประสิทธิภาพ เพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.35 เมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ที่ไม่มีการเติมไซเคิลเมซลเฟด ดังนั้นในส่วนของเจลอิเล็กโทรไลต์จึงเตรียมจากพุ่มซิลิกา กรด ซัลฟิวริก สารเติมแต่งไซเคิลเมซลเฟด และสารเติมแต่งต่างๆ ได้แก่ สารประกอบแอลดีไฮด์ วานิลลิน พอลิเมทิลเมทาคริเลต พอลิ แอคริลาไมด์ และพอลิพีโรล จากการทดสอบระยะเวลาในการเกิดเจลและความแข็งแรงของเจล พบว่าการเพิ่มปริมาณซิลิกา สารประกอบแอลดีไฮด์ วานิลลินและพอลิแอคริลาไมด์ ส่งผลให้ระยะเวลาในการเกิดเจลสั้นลงและทำให้ความแข็งแรงของเจล เพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์เทคนิคไซคลิกโวลแทมเมทรี พบว่าเจลอิเล็กโทรไลต์ช่วยลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรเจนและ ออกซิเจน และการเพิ่มปริมาณสารประกอบแอลดีไฮด์และวานิลลินจะช่วยลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรเจนและออกซิเจนได้ มากขึ้น ผลการทดสอบสมรรถนะในแบตเตอรี่ขนาด 4 แอมป์แอมป์-ชั่วโมง ภายใต้สภาวะการใช้งานจนคายประจุหมด (100% Depth of Discharge, DoD) พบว่าเมื่อไม่เติมสารเติมแต่งเจลแบตเตอรี่จะให้ค่าความจุโดยรวมสูงกว่าแบตเตอรี่ที่มีอิเล็กโทรไลต์ ในสภาวะเหลว โดยเจลที่เตรียมจากพุ่มซิลิกา 5% w/v จะให้แนวโน้มค่าความจุมากที่สุด และเมื่อมีการเติมสารเติมแต่งพบว่าเจล ที่เตรียมจากพุ่มซิลิกา 4% w/v และ สารประกอบแอลดีไฮด์ 0.005 %w/v ให้แนวโน้มค่าความจุที่อัตราการคายประจุสูงกว่าเจล แบตเตอรี่ที่เตรียมจากพุ่มซิลิกา 5% w/v ร้อยละ 6.34 โดยให้ค่าความจุในการคายประจุที่อัตราต่ำใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยัง พบว่าเจลแบตเตอรี่ที่เตรียมขึ้นในงานวิจัยนี้ให้ค่าสมรรถนะสูงกว่าเจลแบตเตอรี่ที่ใช้ทั่วไปในทางการค้าเมื่อทดสอบใน แบตเตอรี่ขนาด 7 แอมป์แอมป์-ชั่วโมง และยังพบว่าเจลแบตเตอรี่มีอัตราการคายประจุด้วยตัวเอง (self discharge) ช้ากว่าแบตเตอรี่ ที่มีอิเล็กโทรไลต์ในสถานะเหลว โดยหลังเก็บเป็นระยะเวลา 3 เดือน เจลแบตเตอรี่มีความจุที่เหลืออยู่ร้อยละ 93 ซึ่งสูงกว่า แบตเตอรี่ที่มีอิเล็กโทรไลต์ในสถานะของเหลวประมาณร้อยละ 6 โดยที่เมื่อตรวจสอบผิวหน้าของแผ่นธาตุลบของแบตเตอรี่ (แผ่นธาตุตะกั่ว) ด้วยเทคนิคการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด พบว่า สารเติมแต่งไม่เกิดปฏิกิริยาต่อผิวหน้าแผ่นธาตุตะกั่ว แต่จะส่งผลต่อลักษณะการเกิดของผลึกซัลเฟตที่แตกต่างกัน ซึ่งเจลแบตเตอรี่ที่พัฒนาขึ้นนั้นยังสามารถใช้ งานที่อุณหภูมิสูงได้ และสามารถนำไปใช้งานได้จริงในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้อย่างดี

Abstract

This final report of “Development of gelled electrolyte for valve-regulated lead-acid battery” project studied the effects of additives, fumed silica content and fumed silica particle sizes in gel electrolyte on performance of valve-regulated lead-acid (VRLA) batteries. The experimental divide two parts. First investigate the conductivity, hydrogen-oxygen evolution by cyclic voltammetry and battery’s performance of gel electrolyte mixed with additive i.e. Polypyrrole doped composite with carbon black (PPy), Poly(ethylenedioxythiophene)/Poly(styrenesulfonate) (PEDOT:PSS), Ponceau SS (Pss) and ionic liquid (IL). The results exhibited that the conductivity advise the tendency of proper gel electrolytes, also it could unidentified the best formulation of gel electrolyte. For certainty, the performance of battery and conductivity measurement was tested concurrently. The gel electrolyte with mixed of PPy and mixed Pss provide high conductivity and capacity. For gel electrolyte with mixed of IL can reduce the hydrogen-oxygen evolution. Second part shows investigation of gel electrolyte with mixed sodium sulfate and additives. Preliminary result shows that adding sodium sulfate in liquid electrolyte increases discharge capacity and efficiency about 6.85% and 2.35 %, respectively. So that in this study the gel electrolytes were prepared from fumed silica, sulfuric acid sodium sulfate and different additives (aldehyde, vanilline, polymethyl methacrylate, polyacrylamide and polypyrrole). The results show that higher silica content and the presence of aldehyde, vanilline or polyacrylamide shorten the gelling time and increase the gel strength. Based on CV results, gel electrolytes have lower hydrogen and oxygen evolution compared to the conventional liquid electrolyte. Addition of aldehyde or vanilline in gel electrolyte further reduces hydrogen and oxygen evolution. Different electrolyte formulations were filled into the 4 Ah VRLA batteries to test the battery performance under 100% depth of discharge conditions. The results show that without additive, the gel electrolyte prepared with 5%w/v fumed silica was found to yield the highest performance. The addition of 0.005 %w/v aldehyde in 4%w/v fumed silica increases discharge capacity on high rate discharge test by 6.34% compared to gel electrolyte prepared with 5%w/v fumed silica with no additive. It even gives higher performance than the commercial gel battery. The results of the self-discharge test show that prepared gel battery still has 93 % capacity after has been stored for 3 months, which is about 6% higher than the conventional liquid electrolyte battery. When the negative plates of battery (Pb) were analyzed by scanning electron microscopy technique, it found that the additives had no reaction on the surface of lead plate but they caused the different lead sulfate crystals on the surface. The gel invented battery can operate at high temperature and apply to electrical equipments with good performance.