การฟื้นฟูแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดที่เสื่อมสภาพนำกลับมาใช้งานใหม่โดยใช้เครื่องอัลตร้าโซนิค

Restoring dilapidated lead-acid batteries using ultrasonic.

อดิศร ถมยา[1*] นิวัติ กิจไพศาลสกุล[2] สกล จิโนสวัสดิ์[1] เอกรัฐ อินต๊ะวงศา[2] สมพร ติ๊บขัด[2] และ วินัย ต๊ะแสง[1]

Adisorn Thomya[1*] Niwat Kitphaisansakul[2] Skol Jinoswad[1] Aekkarat Intawongsa[2]

Sompond Tipkod[2] and Winai Tasang[1]

[1]สาขาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100

[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100

[1]Department of Energy Technology, Faculty of Industry Technology, Lampang Rajabhat University

[2]Department of Industrial Technology, Faculty of Industry Technology, Lampang Rajabhat University.

[*]Corresponding author: Tel.: 0804965738. E-mail address: adisorn2@hotmail.com

Received: 15 February 2024, Revised: 10 April 2024*, Accepted*: 24 April 2024*, Published online: 30 April 2024*

Abstract

This research article describes a method for restoring dead lead batteries so that they can be used again by focusing on testing and evaluating battery performance and efficiency. Battery deterioration is caused by some main factors: Sulfation is the formation of excessive lead sulfate on the plate or lattice, resulting in a reduced chemical reaction area and a decrease in electrical current. The sulfuric acid substance used in the electrochemical reaction has a reduced concentration. Lead batteries used for a long time will accumulate lead sulfate on the plates or mesh panels, causing the performance and efficiency of the battery to decrease. The researcher has a process for reviving the battery using two methods: washing the battery with hot water and cleaning it with an ultrasonic machine in order to reduce the accumulation of lead sulfate. In the results, batteries washed with hot water had a voltage of 1.18% more than before washing, and batteries washed with ultrasonics had a pressure of 1.65% higher than before washing. The results of the discharge test at a constant current of 0.5 - 3.5 amperes showed that ultrasonic cleaning helped to increasethe duration of the discharge at various currents, demonstrating the performance of the battery. Discharging at a constant current of 0.5 was not much different from washing with hot water than washing with ultrasonic, but more than 35.90 percent, compared to before washing. Later, the results of the test of discharging at a constant current of 1 - 3.5 amperes found that washing with ultrasonic gave a longer time to discharge the electric charge. Before rinsing with hot water, it was as high as 100 percent. The results of testing to determine the efficiency of battery discharging found that washing with ultrasonic had a maximum power value of 44.23 watts at a potential difference of 12.64 volts, 4.11 percent more than washing with hot water and 8.84 percent more than before washing with a maximum power value of 42.48 watts at a potential difference of 12.14 volts, and before washing it had a maximum power value of 40.63

watts at a potential difference of 11.61 volts. Therefore, based on the results of testing the performance and efficiency of batteries, it can be concluded that ultrasonic cleaning is the best method to help restore lead-acid batteries to new use as ultrasonic cleaning increases the reaction area because lead sulfate is removed from the surface of the battery terminals better than other methods.

Keywords: Battery, Repairing, Ultra-sonic washing, Lead-acid

บทคัดย่อ

บทความงานวิจัยนี้วิธีการฟื้นฟูแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วที่เสื่อมสภาพสามารถนำกลับมาใช้งานได้อีกครั้ง โดยมุ่งเน้นทดสอบประเมินสมรรถนะและประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ การเสื่อมสภาพของแบตเตอรี่มีสาเหตุมาจากปัจจัยหลักคือ การเกิดสภาพซัลเฟชั่น คือ การก่อตัวของตะกั่วซัลเฟตบนแผ่นธาตุหรือแผงตาข่ายที่มากเกินไปส่งผลให้พื้นที่ในการเกิดปฏิกิริยาที่ลดลงส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าลดลง และความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกลดลง แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วใช้เป็นเวลานานจะมีการสะสมตะกั่วซัลเฟตบนแผ่นธาตุหรือแผงตาข่ายมากทำให้สมรรถนะและประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลดลง ผู้วิจัยมีกระบวนการฟื้นสภาพแบตเตอรี่ขึ้นมา ด้วยวิธีการ 2 วิธี คือ การล้างด้วยน้ำร้อน และการล้างด้วยอัลตร้าโซนิค เพื่อเป็นการลดการสะสมตะกั่วซัลเฟต ผลทดสอบการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ที่ทำการล้างด้วยน้ำร้อนมีแรงดันมากกว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 1.18 และแบตเตอรี่ที่ทำการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคมีแรงดันมากกว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 1.65 ผลการทดสอบการคายประจุที่กระแสคงที่ 0.5 – 3.5 แอมแปร์ พบว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคช่วยในการเพิ่มระยะเวลาในการคายประจุไฟฟ้าที่กระแสต่างๆแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะการทำงานของแบตเตอรี่ การคายประจุที่กระแสคงที่ 0.5 คือการล้างด้วยน้ำร้อนมากกว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคไม่ต่างกันมาก แต่เมื่อเทียบกับก่อนทำการล้างมากกว่าร้อยละ 35.90 ต่อมาผลการทดสอบการคายประจุที่กระแสคงที่ 1 – 3.5 แอมแปร์ พบว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคช่วยให้เวลาในการคายประจุไฟฟ้ามากกว่า การล้างด้วยน้ำร้อนและก่อนทำการล้างมีค่ามากที่สุดถึงร้อยละ 100 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของแบตเตอรี่การคายประจุพบว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคจะมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 44.23 วัตต์ ที่ความต่างศักย์ 12.64 โวลต์ มากกว่าการล้างด้วยน้ำร้อนร้อยละ 4.11 และมากว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 8.84 การล้างด้วยน้ำร้อนมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 42.48 วัตต์ ที่ความต่างศักย์ 12.14 โวลต์ และก่อนทำการล้างมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 40.63 วัตต์ ที่ความต่างศักย์ 11.61 โวลต์ ดังนั้นผลทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพของแบตเตอรี่สรุปได้ว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคจะเป็นวิธีการที่จะช่วยให้การฟื้นฟูแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดกลับมาใช้งานใหม่ดีที่สุดเนื่องจาก การล้างด้วยอัลตร้าโซนิคช่วยเพิ่มพื้นที่ในการทำปฏิกิริยาเนื่องจากตะกั่วซัลเฟตหลุดออกไปจากผิวของขั้วแบตเตอรี่ได้ดีกว่าวิธีอื่น

คำสำคัญ: แบตเตอรี่, การฟื้นฟู, การล้างด้วยอัลตร้าโซนิค, ตะกั่วกรด

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันการใช้งานแบตเตอรี่มีการใช้งานกันเป็นจำนวนมาก และทุกคันต้องมีแบตเตอรี่สำหรับใช้งานจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่างๆ จึงมีความสำคัญมากต่อระบบการทำงาน เมื่อมีความสำคัญมากจึงต้องมีการบำรุงรักษาให้มีสภาพการใช้งานให้คงสมบูรณ์ตลอดเวลา เป็นผลให้มีการใช้งานแบตเตอรี่แล้วต้องเปลี่ยนใหม่อยู่ทุกๆ 3-5 ปี ทำให้มีขยะมีพิษเพิ่มขึ้นเป็นปริมาณมาก ซึ่งยากต่อการกำจัดให้หมดไปหรือมีการกำจัดได้อย่างปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม จึงคิดทำการวิจัยซ่อมบำรุง และปรับปรุงแบตเตอรี่เก่าให้กลับมาใช้งานใหม่ได้อีกครั้ง แม้จะไม่เต็มประสิทธิภาพเช่นเดิมแต่ช่วยลดปริมาณขยะที่ปนเปื้อนสารพิษได้ไปในตัว [1-5]

จากปัญหาดังกล่าวได้มีการพัฒนากระบวนการฟื้นฟูแบตเตอรี่เก่าให้กลับมาใช้งานใหม่ได้และลดปัญหาขยะที่เกิดจากสารเคมีในแบตเตอรี่ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลง และเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการที่ต้องซื้อแบตเตอรี่ใหม่บ่อยๆ โดยมีการวิจัยเครื่องฟื้นฟูแบตเตอรี่ต่างๆ อย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันแต่เครื่องฟื้นฟูแบตเตอรี่ยังมีราคาค่อนข้างแพงและนำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ [6-7]

การเสื่อมสภาพของแบตเตอรี่มีสาเหตุมาจากปัจจัยหลักคือ การเกิดสภาพซัลเฟชั่น คือ การก่อตัวของตะกั่วซัลเฟต บนแผ่นธาตุหรือแผงตาข่ายที่มากเกินไปส่งผลให้พื้นที่ในการเกิดปฏิกิริยาที่ลดลงส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าลดลงและความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกลดลง แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วใช้เป็นเวลานานจะมีการสะสมตะกั่วซัลเฟตบนแผ่นธาตุหรือแผงตาข่ายมากทำให้สมรรถนะและประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลดลง คณะผู้วิจัยแนวคิดในการฟื้นฟูแบตเตอรี่ขึ้นโดยการศึกษาการเปรียบเทียบการใช้งานแบตเตอรี่ในแบบทั้ง 3 ชนิดได้แก่ แบตเตอรี่เก่า การล้างแบตเตอรี่ด้วยน้ำร้อน การล้างแบตเตอรี่ด้วยอัลตร้าโซนิค เพื่อหาวิธีการที่จะช่วยให้การฟื้นฟูแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดกลับมาใช้งานใหม่ดีที่สุดเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพฟื้นฟูแบตเตอรี่ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้มีกระบวนการทำวิจัยและการดำเนินงานแสดงรูปที่ 1 โดยเริ่มจากศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบการทดลองโดย ทำการทดลองอยู่ 3 แบบได้แก่ ทดสอคุณภาพแบตเตอรี่แบบเดิม แบบการล้างด้วยน้ำร้อน และแบบทำการล้างด้วยอัลตร้าโซนิค ทำการบันทึกผลการทดสอบโดยเก็บค่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และเวลาที่ใช้ในการดึงกระแส แล้วนำผลที่ได้มาใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของแบตเตอรี่ 2 วิธีการคือ 1. วิธีการอัดประจุ (Charge) 2. วิธีการคายประจุ (Discharge) ทำการเปรียบเทียบการใช้งานแบตเตอรี่ในแบบทั้ง 3 แบบ จากนั้นนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลต่อไป

ปฏิกิริยาเคมีในแบตเตอรี่ [2,9]

ปฏิกิริยาแผ่นลบ: $Pb\ (s) + HSO_4\ (aq) \leftrightarrow PbSO_4\ (s) + H^+\ (aq) + 2e^-$

ปฏิกิริยาแผ่นบวก: $PbO_2\ (s) + HSO_4\ (aq) + 3H^+\ (aq) + 2e\text{-} \leftrightarrow PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l)$

ปฏิกิริยาทั้งหมดสามารถเขียนเป็น: $Pb\ (s) + PbO_2\ (s) + 2H_2SO_4\ (aq) \leftrightarrow 2PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l)$

รูปที่ 1 กระบวนการทำวิจัยและการดำเนินงาน

การทดสอบการอัดประจุ (Charge) [10] การชาร์จจะอยู่ในกระแสคงที่ 6 แอมป์ และการคำนวณดังนี้

เนื่องจากน้ำกรดซัลฟิวริก 1.348 mol/L ปริมาณ 650 ซีซี 650 cc. = 0.65 C = 1.348 mol/L V = 650 ml โดยการใช้สูตร

$$n = CV/1000$$

เมื่อ n คือ จำนวนโมลของตัวละลาย

C คือ ความเข้มข้น หน่วย mol/dm^3

V คือ ปริมาตรของสารละลาย หน่วย cm^3

ดังนั้น n = 1.348 * 650/1000

= 0.85762 โมล

การหาค่าประจุ Q = nF

= 0.85762 * 96,485

= 84,540.157 คูลอมบ์

การหาเวลาในการชาร์จ จากสมการ

$$Q = IT$$

เมื่อ Q คือ ประจุ หน่วย คูลอมบ์ C

I คือ กระแส หน่วย แอมป์ A

T คือ เวลาในการประจุ หน่วย S

ดังนั้นจะได้เวลาในการประจุเท่ากับ 3.91 ชั่วโมง

การทดสอบสมรรถนะ

อุปกรณ์ใช้ในการทดสอบ

1) น้ำกลั่น/น้ำร้อน

2) ที่ชาร์จไฟสำหรับแบตเตอรี่ 6 แอมแปร์

3) เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 6-12 โวลต์ ขนาด 6 แอมแปร์

4) แบตเตอรี่ขนาด 5 แอมแปร์

5) DC ELECTRONICS LOAD 400 W Low Voltage Operating 0.4 Volt Max Current at 80 A Mainframe Max. 2,000 Watt

6) มัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ CHAUVIN ARNOUX GROUP รุ่น F405

7) เครื่องล้างอัลตร้าโซนิค Model: SM-2005 100 Watt 1 Phrase ความจุ 5 L

8) น้ำกรด/กรดซัลฟิวริก 1.348 mol/L

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบความสามารถในการจ่ายไฟฟ้าของแบตเตอรี่เก่า

1) ตรวจสอบแบตเตอรี่ ดูลักษณะภายนอก ต้องลักษณะดีไม่บวม

2) ตรวจสอบดูลักษณะแผ่นธาตุและขั้วว่าบวม แตกหรือไม่ พร้อมกับวัดแรงดันที่ตกค้างในแบตเตอรี่

3) นำไปชาร์จไฟ ด้วยเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ 6 A

4) ตรวจวัดไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ ต้องมีแรงดันไม่น้อยกว่า 12.5 Volt จึงจะถือว่ายังสามารถนำกลับมาใช้งานได้

5) ทดสอบดึงกระแสไฟฟ้า จาก 0.5, 1, 2, 3.5 A ตามลำดับ

6) จัดทำตารางข้อมูลผลการทดสอบและจัดทำกราฟแสดงค่าแรงดัน กำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 2 การล้างด้วยน้ำร้อนของแบตเตอรี่

1) ทำการล้างแบตเตอรี่ด้วยน้ำอุณหภูมิสูง (ระหว่าง 70 ถึง 90 องศาเซลเซียส) และวัดค่า pH ของน้ำร้อน

2) รอให้น้ำร้อนซึมเข้าไปในแผ่นธาตุที่มีตะกั่วซัลเฟตเกาะอยู่ ประมาณ 30 นาที เขย่าเป็นระยะทุกๆ 10 นาที

3) เทน้ำกลั่นทิ้ง เช็ดแบตเตอรี่ให้แห้งและนำไปตากให้แบตเตอรี่แห้ง

4) เติมน้ำกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 1.348 mol/L ความถ่วงจำเพาะที่ 1,250 จำนวน 9 cc. ลงไปในแบตเตอรี่แต่ละช่อง

5) สังเกตถึงปฏิกิริยา ต้องพบว่าไม่มีกลิ่นฉุนหรือฟอง วัดแรงดันที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่ทำให้ทราบถึง ผลของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อแบตเตอรี่เมื่อเติมน้ำกรดลงไปก่อนการชาร์จ

6) ประจุไฟฟ้าเข้าไปในแบตเตอรี่และตรวจวัดกระแสจากเครื่องชาร์จที่ไหลเข้าแบตเตอรี่

7) ทดสอบดึงกระแสไฟฟ้า จาก 0.5, 1, 2, 3, 3.5 A ตามลำดับ เพื่อทดสอบความสามารถในการจ่ายประจุ

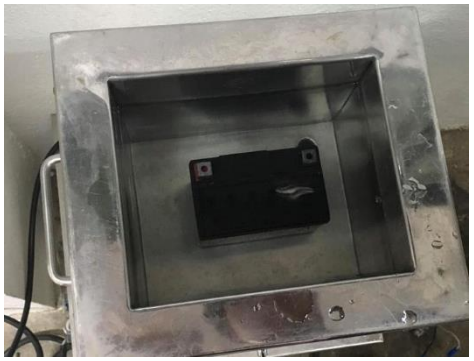
8) จัดทำตารางข้อมูลผลการทดสอบและจัดทำกราฟแสดงค่าแรงดัน กำลังไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 2 วัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าไปในแบตเตอรี่

ขั้นตอนที่ 3 การล้างด้วยเครื่องอัลตร้าโซนิค

1) ดูดและเทน้ำกรดทิ้ง พร้อมกับทำความสะอาดแบตเตอรี่ด้วยน้ำกลั่นจนไม่มีกลิ่นน้ำกรดซัลฟิวริก

2) ใส่น้ำกลั่นลงไปในแบตเตอรี่ให้ท่วมแผ่นธาตุแล้วนำไปเข้าเครื่องอัลตร้าโซนิค นาน 30 นาที



รูปที่ 3 เครื่องล้างอัลตร้าโซนิค Model:SM-2005 100 Watt 1 Phase ความจุ 5 L

3) เทน้ำกลั่นในแบตเตอรี่ออกแล้วล้างแบตเตอรี่ จากนั้น ทำซ้ำข้อ 2. อีก 2 ครั้ง

4) เติมน้ำกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 1.348 mol/L จำนวน 9 cc. ลงไปในแบตเตอรี่แต่ละช่อง

5) สังเกตถึงปฏิกิริยา ต้องพบว่าไม่มีกลิ่นฉุนหรือฟอง วัดแรงดันที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่ทำให้ทราบถึง ผลของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อแบตเตอรี่เมื่อเติมน้ำกรดลงไปก่อนการชาร์จ

6) .ประจุไฟฟ้าเข้าไปในแบตเตอรี่และตรวจวัดกระแสจากเครื่องชาร์จที่ไหลเข้าแบตเตอรี่

7) ทดสอบดึงกระแสไฟฟ้า จาก 0.5, 1, 2, 3, 3.5 A ตามลำดับ เพื่อทดสอบความสามารถในการจ่ายประจุ

8) จัดทำตารางข้อมูลผลการทดสอบและจัดทำกราฟแสดงค่าแรงดัน กำลังไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า

(ก) (ข)

รูปที่ 4 (ก) แบตเตอรี่ก่อนการดึงโหลด

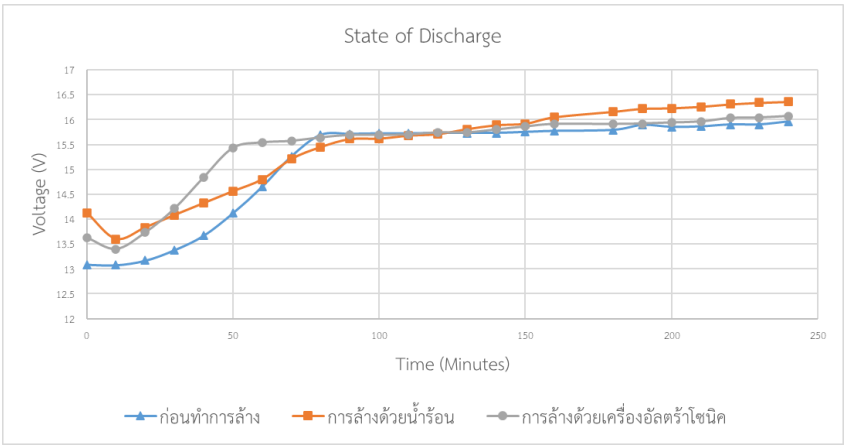
(ข) การทดสอบความสามารถในการจ่ายประจุ

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การประจุแบตเตอรี่

ตารางที่ 1 การประจุแบตเตอรี่

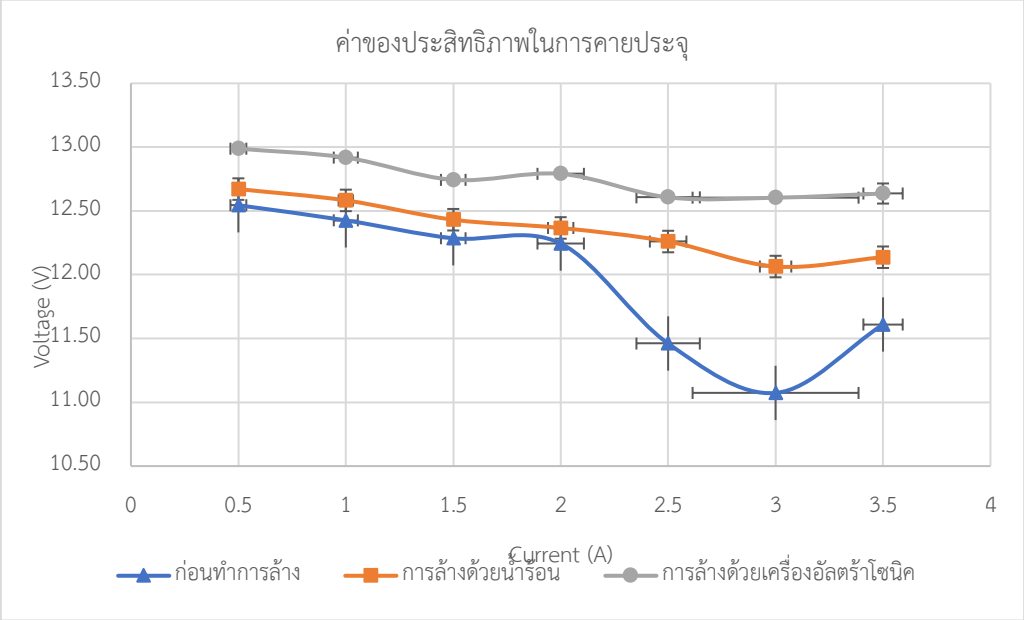
สถานะของแบตเตอรี่	**ความต่างศักย์(V)ก่อนทำการประจุแบตเตอรี่**
แบตเตอรี่ก่อนทำการล้าง	13.09
ล้างด้วยน้ำร้อน	14.13
ล้างด้วยเครื่องอัลตร้าโซนิค	13.63



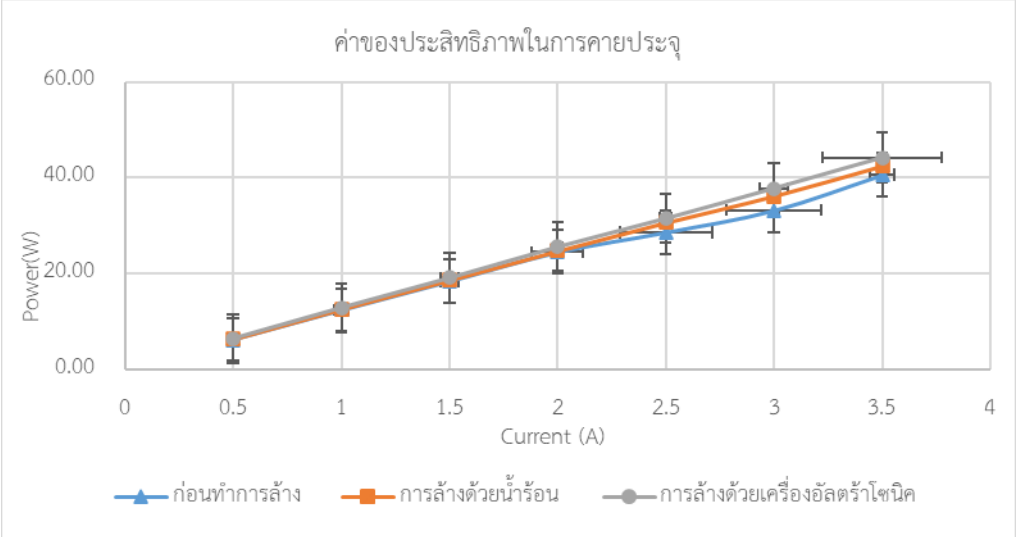
รูปที่ 5 กราฟแสดงสถานภาพการชาร์จแบตเตอรี่

จากผลทดสอบการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ที่ทำการล้างด้วยน้ำร้อนมีแรงดันมากกว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 1.18 และแบตเตอรี่ที่ทำการล้างด้วยเครื่องอัลตร้าโซนิคมีแรงดันมากกว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 1.65

ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ของการคายประจุ



(ก)



(ข)

รูปที่ 6 กราฟแสดงประสิทธิภาพของแบตเตอรี่

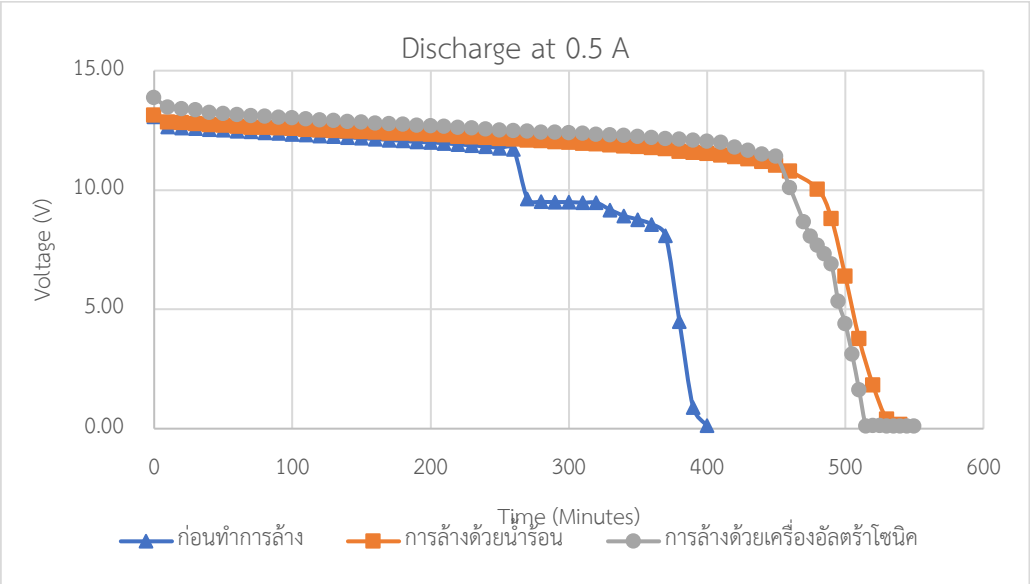
(ก) กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าต่างๆ

(ข) กราฟแสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าต่างๆ

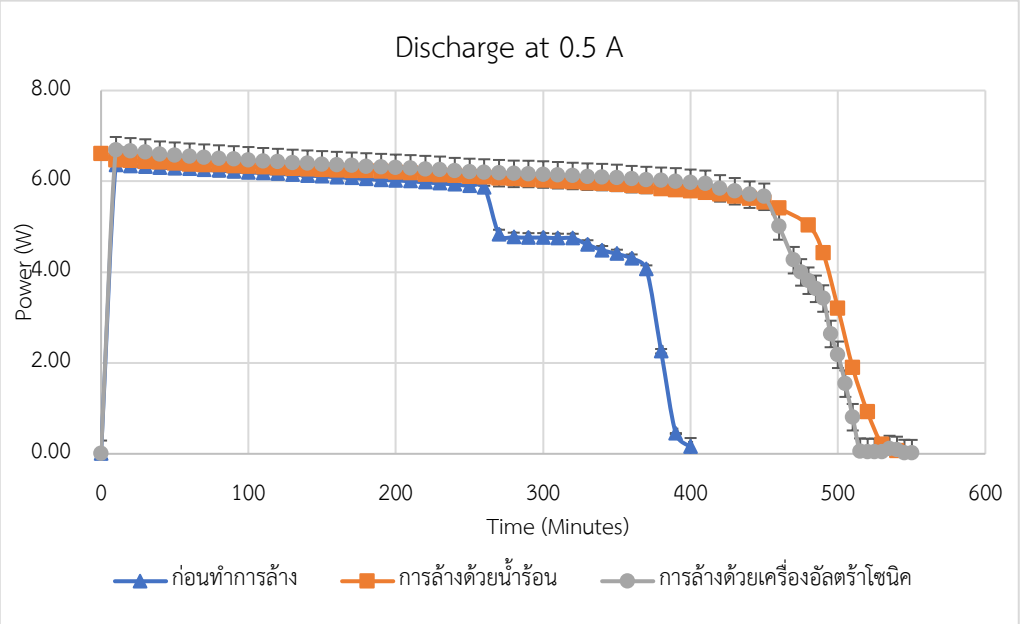
จากรูปที่ 6 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของแบตเตอรี่การคายประจุพบว่าหลังจากการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคจะมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 44.23 วัตต์ ที่ความต่างศักย์ 12.64 โวลต์ มากกว่าการล้างด้วยน้ำร้อนร้อยละ 4.11 และมากว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 8.84 การล้างด้วยน้ำร้อนมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 42.48 วัตต์ ที่ความต่างศักย์ 12.14 โวลต์ และก่อนทำการล้างมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 40.63 วัตต์ ที่ความต่างศักย์ 11.61 โวลต์

ผลการทดสอบสมรรถนะแบตเตอรี่

ทำการทดสอบคายประจุโดยใช้กระแสไฟฟ้าคงที่ 0.5 - 3.5 แอมแปร์



(ก)



(ข)

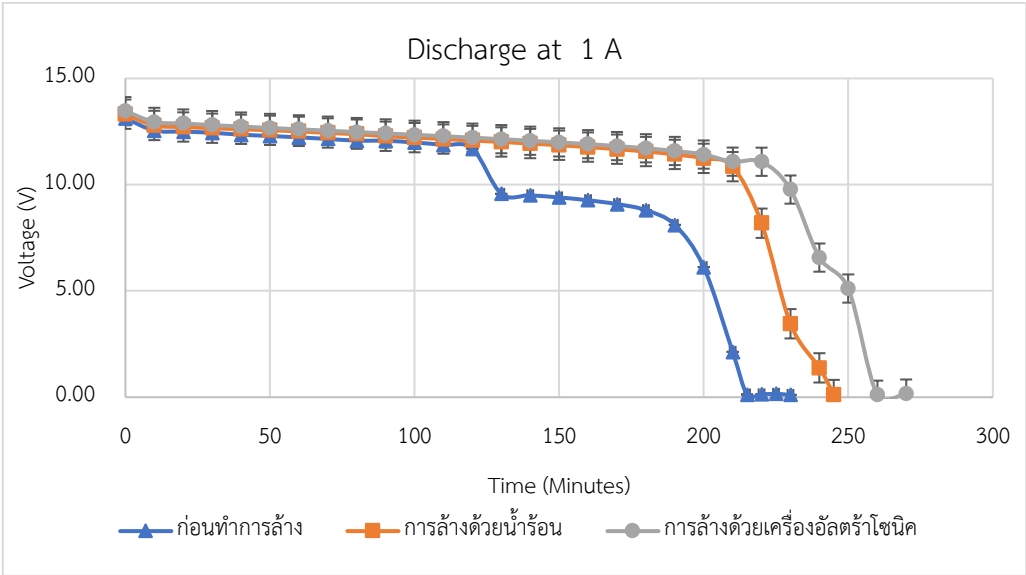
รูปที่ 7 กราฟแสดงค่ากระแสและเวลาเมื่อคายประจุที่กระแสคงที่ 0.5 แอมแปร์

(ก) กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ

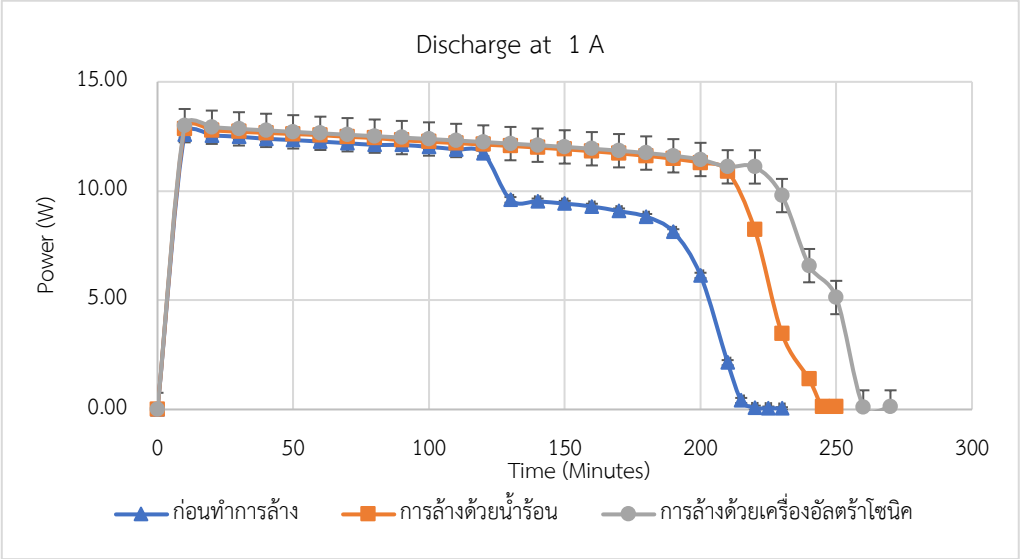
(ข) กราฟแสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ

จากรูปที่ 7 แสดงผลการคายประจุที่กระแสคงที่ 0.5 แอมแปร์ ดังนี้ ก่อนทำการล้างแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.08 โวลต์ ใช้เวลาทั้งหมด 390 นาที การล้างด้วยน้ำร้อนมีแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.15 โวลต์ ใช้เวลาทั้งหมด 530 นาที และการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคมีแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.87 โวลต์ การล้างด้วยอัลตร้าโซนิคดึงกระแสคงที่ได้ถึง 510 นาที ดังนั้นการ

คายประจุที่กระแสคงที่ 0.5 แอมแปร์พบว่า วิธีการล้างด้วยน้ำร้อนให้เวลามากกว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคร้อยละ 3.92 และมากกว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 35.90



(ก)



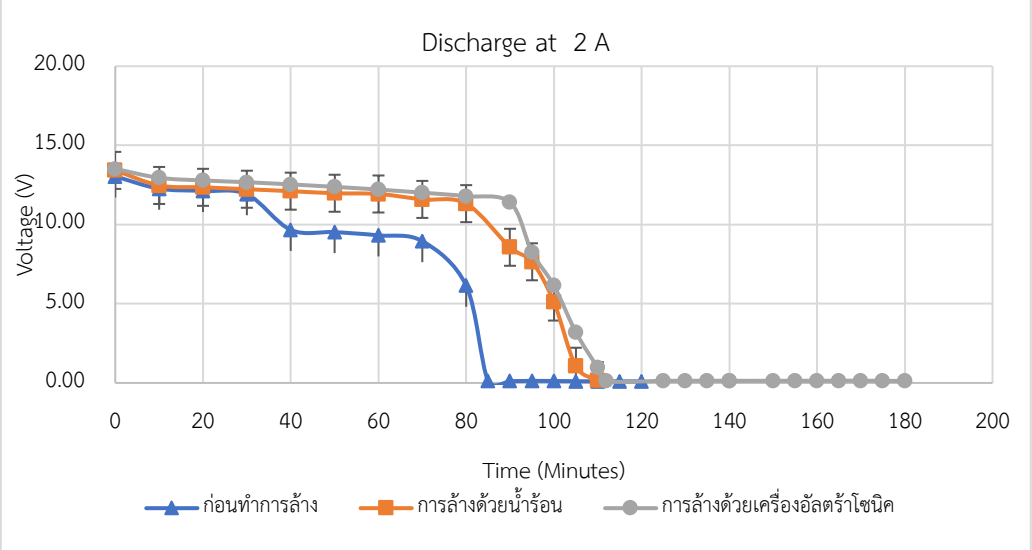
(ข)

รูปที่ 8 กราฟแสดงค่ากระแสและเวลาเมื่อคายประจุที่กระแสคงที่ 1 แอมแปร์

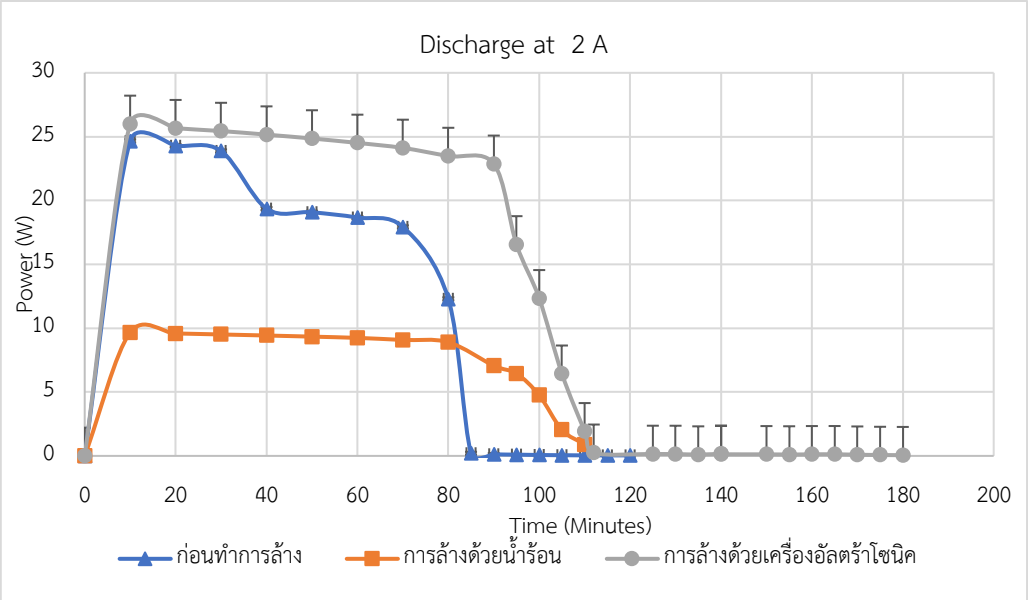
(ก) กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ

(ข) กราฟแสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ

จากรูปที่ 8 แสดงผลการทดสอบการคายประจุที่กระแสคงที่ 1 แอมแปร์ ดังนี้ ก่อนทำการล้างแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.12 โวลต์ ใช้เวลาทั้งหมด 210 นาที การล้างด้วยน้ำร้อนแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.31 โวลต์ ใช้เวลาทั้งหมด 250 นาที และการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.46 โวลต์ การล้างด้วยอัลตร้าโซนิคดึงกระแสคงที่ได้ถึง 260 นาที ดังนั้นการคายประจุที่กระแสคงที่ 1 แอมแปร์พบว่า วิธีการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคให้เวลามากกว่าการล้างด้วยน้ำร้อนร้อยละ 4.00 และ มากกว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 23.81



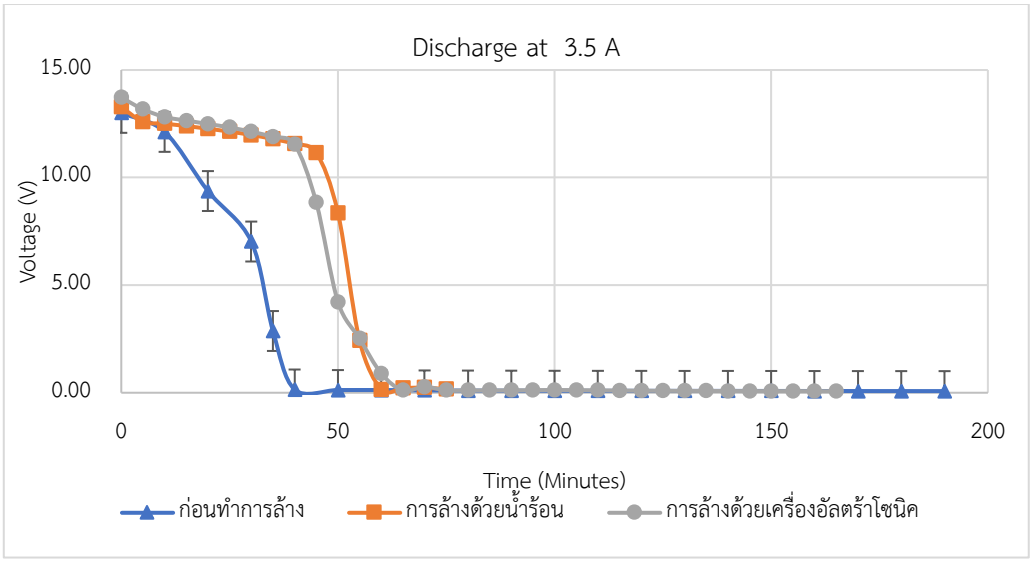
(ก)



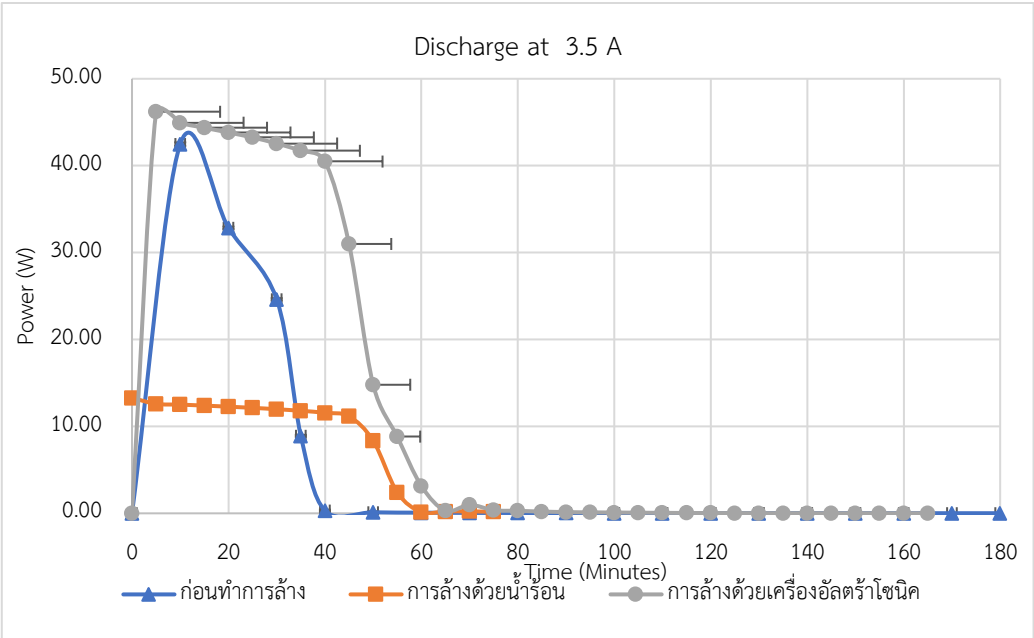
(ข)

รูปที่ 9 กราฟแสดงค่ากระแสและเวลาเมื่อคายประจุที่กระแสคงที่ 2 แอมแปร์
(ก) กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ
(ข) กราฟแสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ

จากรูปที่ 9 ผลการทดสอบการคายประจุที่กระแสคงที่ 2 แอมแปร์ ดังนี้ ก่อนทำการล้างแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.04 โวลต์ ใช้เวลาทั้งหมด 75 นาที การล้างด้วยน้ำร้อนแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.42 โวลต์ ใช้เวลาทั้งหมด 110 นาที และการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.49 โวลต์ การล้างด้วยอัลตร้าโซนิคดึงกระแสคงที่ได้ถึง 120 นาที ดังนั้นการคายประจุที่กระแสคงที่ 2 แอมแปร์พบว่า วิธีการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคให้เวลามากกว่าการล้างด้วยน้ำร้อนร้อยละ 9.09 และ มากกว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 60



(ก)



(ข)

รูปที่ 10 กราฟแสดงค่ากระแสและเวลาเมื่อคายประจุที่กระแสคงที่ 1 แอมแปร์
(ก) กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ
(ข) กราฟแสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ

จากรูปที่ 10 ผลการทดสอบการคายประจุที่กระแสคงที่ 3.5 แอมแปร์ ดังนี้ ก่อนทำการล้างแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.01 โวลต์ ใช้เวลาทั้งหมด 30 นาที การล้างด้วยน้ำร้อนแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.28 โวลต์ ใช้เวลาทั้งหมด 55 นาที และการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคแรงดันที่เวลาเริ่มต้น คือ 13.72 โวลต์ การล้างด้วยอัลตร้าโซนิคดึงกระแสคงที่ได้ถึง 60 นาที ดังนั้น การคายประจุที่กระแสคงที่ 3.5 แอมแปร์พบว่า วิธีการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคให้เวลามากกว่าการล้างด้วยน้ำร้อนร้อยละ 9.09 และ มากกว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 100

สรุปผลการวิจัย

จากผลทดสอบการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ที่ทำการล้างด้วยน้ำร้อนมีแรงดันมากกว่าก่อนทำการล้าง ร้อยละ 1.18 และแบตเตอรี่ที่ทำการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคมีแรงดันมากกว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 1.65

จากผลการทดสอบการคายประจุที่กระแสคงที่ 0.5 – 3.5 แอมแปร์ พบว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคช่วยในการเพิ่มระยะเวลาในการคายประจุไฟฟ้าที่กระแสต่างๆแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะการทำงานของแบตเตอรี่ การคายประจุที่กระแสคงที่ 0.5 คือการล้างด้วยน้ำร้อนมากกว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคไม่ต่างกันมาก แต่เมื่อเทียบกับก่อนทำการล้างมากกว่าร้อยละ 35.90 ต่อมาผลการทดสอบการคายประจุที่กระแสคงที่ 1 – 3.5 แอมแปร์ พบว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิค ช่วยให้เวลาในการคายประจุไฟฟ้ามากกว่า การล้างด้วยน้ำร้อนและก่อนทำการล้างมีค่ามากที่สุดถึงร้อยละ 100

จากผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของแบตเตอรี่การคายประจุพบว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคจะมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 44.23 วัตต์ ที่ความต่างศักย์ 12.64 โวลต์ มากกว่าการล้างด้วยน้ำร้อนร้อยละ 4.11 และมากกว่าก่อนทำการล้างร้อยละ 8.84 การล้างด้วยน้ำร้อนมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 42.48 วัตต์ ที่ความต่างศักย์ 12.14 โวลต์ และก่อนทำการล้างมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 40.63 วัตต์ ที่ความต่างศักย์ 11.61 โวลต์

ดังนั้นผลทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพของแบตเตอรี่สรุปได้ว่าการล้างด้วยอัลตร้าโซนิคจะเป็นวิธีการที่จะช่วยให้การฟื้นฟูแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดกลับมาใช้งานใหม่ดีที่สุดเนื่องจาก การล้างด้วยอัลตร้าโซนิคช่วยเพิ่มพื้นที่ในการทำปฏิกิริยาเนื่องจากตะกั่วซัลเฟตหลุดออกไปจากผิวของขั้วแบตเตอรี่ได้ดีกว่าวิธีอื่น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่ให้เงินสนับสนุนในงานวิจัยนี้จนเป็นผลสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] ปลอดภัยไว้ก่อนกับแบตเตอรี่ มอก.(2555) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม สมอ.สาร ปีที่ 38 ฉบับที่ 449 พฤศจิกายน

[2] David Linden, Thomas B. Reddy. (2002). “Handbook of batteries 3d ed” p. cm. Rev. ed. index. ISBN 0-07-135978-8

[3] Sandhya Prajapati. (2015). Lead Acid Battery Recycling In India. Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE) Volume 10, Issue 6 Ver. I (Nov – Dec. 2015).

[4] ปรีชา สาคะรังค์. (2552). “วงจรประจุแบตเตอร์รี่ที่ใช้หลักการหาจุดจ่ายกำลังสงสุดสำหรับระบบจักรยานผลิตไฟฟ้า”, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

[5] เอกรัฐ อินต๊ะวงศา. (2558). “ผลของคลื่นความถี่อัลตร้าโซนิคและเวลาต่อประสิทธิภาพในการล้างใบเลื่อยลันดา”, วารสารวิชาการวิทยสารบูรณาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรมประยุกต์,สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, Vol. 8 No. 2 (2015): กรกฎาคม – ธันวาคม 2558.

[6] บุญเสริม เวชการ. (2550). “การจัดการสิ่งแวดล้อมของแบตเตอรี่รถยนต์ใช้แล้วประเภทตะกั่ว-กรด”,สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

[7] ธันยาภรณ์ ฮอมณี และนงลักษณ์ มีทอง. (2558). “แบตเตอรี่แบบใหม่ในอนาคต”, วารสารวิทยาศาสตร์ มข, ปีที่ : 43 ฉบับที่ 1 หน้า 19-27 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[8] นพรุจ ฤทธานนท์. (2554). “การศึกษาแบบจำลองพลวัตของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด”, ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหะการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[9] สมศักดิ์ มีนคร. (2561). “การพัฒนาแบตเตอรี่ตะกั่วกรดแบบการคายประจุสูงสำหรับภารกิจทางทหาร”,วารสารวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต, ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2561

[10] Moseley PT, Nelson RF, Hollenkamp AF. (2006). “The role of carbon in valve-regulated lead–acid battery technology”, J Power S 2006;157:3-10.