

ณัฐวุฒิ สมพงษ์ : การออกแบบแท็บไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานด้วยวิธีไฟไนท์อีลิเมนต์แบบ 3 มิติ (ELECTRICAL TAB DESIGN OF LITHIUM-ION BATTERIES FOR ELECTRIC VEHICLE TO INCREASE EFFICIENCY BY 3-D FINITE ELEMENT METHOD)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.เผด็จ เผ่าละออ, 139 หน้า.

คำสำคัญ: แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน/การออกแบบแท็บ/ยานยนต์ไฟฟ้า/อุณหภูมิ/วิธีไฟไนท์อีลิเมนต์แบบ 3 มิติ

การออกแบบแท็บไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมไฟไนท์อีลิเมนต์แบบ 3 มิติ สำหรับจำลองผลการกระจายอุณหภูมิภายในแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบถ่วงและทรงกระบอกภายใต้อัตราการคายประจุไฟฟ้าด้วยกระแสแบบคงที่ จากนั้นทดสอบตัวอย่างจริงของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบถ่วงและทรงกระบอกเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับผลการจำลอง พร้อมทั้งออกแบบขนาด ตำแหน่งและจำนวนแท็บไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบถ่วงและทรงกระบอกให้เหมาะสมกับอัตราการคายประจุไฟฟ้าด้วยกระแสแบบคงที่ เพื่อเพิ่มความสามารถในการรักษาและควบคุมอุณหภูมิภายในแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน พร้อมทั้งยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ให้มากขึ้น

จากผลการจำลองการกระจายอุณหภูมิของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบถ่วงภายใต้อัตราการคายประจุไฟฟ้าแบบคงที่ 1, 2, 4 และ 8C-rate ตามลำดับ และแบบทรงกระบอกภายใต้อัตราการคายประจุไฟฟ้าแบบคงที่ 1, 3 และ 5C-rate ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการคายประจุไฟฟ้าที่ 100%DOD พบว่า เมื่ออัตราการคายประจุไฟฟ้าแบบคงที่เพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวของแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น โดยจุดที่มีปริมาณการสร้างความร้อนและมีอุณหภูมิสูงสุดของแบตเตอรี่ทั้ง 2 รูปแบบอยู่ที่แท็บไฟฟ้าและบริเวณที่สัมผัสกับแท็บไฟฟ้า เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อน (%) ของอุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวแกนแบตเตอรี่ระหว่างผลการจำลองและผลการทดสอบตัวอย่างจริงด้วยเซนเซอร์เทอร์โมคัปเปิลของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบถ่วงภายใต้อัตราการคายประจุไฟฟ้าแบบคงที่ 1, 2 และ 4C-rate มีค่าเท่ากับ 1.72, 0.36 และ 0.41% ตามลำดับ และสำหรับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบทรงกระบอกมีค่าความคลาดเคลื่อน (%) ภายใต้อัตราการคายประจุไฟฟ้าแบบคงที่ 1, 3 และ 5C-rate เท่ากับ 0.88, 1.63 และ 2.07% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนของผลการจำลองและผลการทดสอบจริงด้วยอัตราการคายประจุไฟฟ้าแต่ละ C-rate มีค่าที่ใกล้เคียงกัน

สำหรับการออกแบบขนาด ตำแหน่งและจำนวนแท็บไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบถ่วงและทรงกระบอกภายใต้ปริมาตรที่เท่ากันกับแท็บไฟฟ้าต้นแบบ พบว่า ความกว้างของแท็บไฟฟ้าเพิ่มขึ้นและการลดระยะทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนบนแผ่นตัวรับกระแส โดยการเปลี่ยนตำแหน่งและการเพิ่มจำนวนแท็บไฟฟ้าจะทำให้ค่าความต้านทานภายในแกนแบตเตอรี่ลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิของแบตเตอรี่ลดลงตามไปด้วย เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของอุณหภูมิระหว่างแบตเตอรี่ต้นแบบและแบตเตอรี่ที่ออกแบบใหม่ สำหรับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบถ่วงพบว่า ที่ความ

กว้างของแบตเตอรี่เท่ากับ 40, 50 และ 75 mm. ทำให้อุณหภูมิลดลงเท่ากับ -3.50, -2.32, และ 4.63 % ตามลำดับ และสำหรับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบทรงกระบอกพบว่า ที่จำนวนแท็บไฟฟ้าเท่ากับ 2, 4, 6, 10, 14 และแท็บเต็มรูปแบบ ทำให้อุณหภูมิลดลงเท่ากับ 4.43, 9.45, 10.13, 10.80, 11.01 และ 11.58% ตามลำดับ จากผลการจำลองที่แสดงข้างต้นทำให้ทราบว่า ขนาด ตำแหน่งและจำนวน แท็บไฟฟ้ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน



สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2566

ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

NATTHAWUT SOMPHONG : ELECTRICAL TAB DESIGN OF LITHIUM-ION BATTERIES FOR ELECTRIC VEHICLE TO INCREASE EFFICIENCY BY 3-D FINITE ELEMENT METHOD. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PADEJ PAO-LA-OR, Ph.D., 139 PP.

Keywords: lithium-ion batteries/tab design/electric vehicle/thermal model/3-d finite element method

Electrical tab design of lithium-ion batteries for electric vehicles aims to develop a 3D finite element program for simulating the temperature distribution effect inside pouch and cylindrical lithium-ion batteries under a constant discharge rate. After that, actual samples of pouch and cylindrical lithium-ion batteries were tested to compare obtained results with simulation output. In addition, the size, the position and number of electrical tabs for both types of batteries were also designed to be suitable for a constant current discharge rate in order to increase the capability of maintaining and controlling the internal temperature lithium-ion battery along with having long lifecycles.

From the temperature distribution simulation of batteries at various constant discharge rates, namely 1, 2, 4, and 8C-rate for pouch-type and 1, 3, and 5C-rate for cylindrical-type, the results were expressed that the average temperature on the battery surface increased once the constant discharge rate increased at a DOD of 100%. The points with the highest heat generation and temperature of both types of batteries are at the electrical tab and the region contacted with the electrical tab. When comparing the average temperature error (%) between the simulation and the test results of actual samples on the surface of battery core using thermocouple sensor with 1, 2, and 4C-rates for pouch batteries were equal to 1.72, 0.36, and 0.41%, respectively. Regarding cylindrical batteries, the error values (%) under constant discharge rates of 1, 3, and 5C-rate were respectively 0.88, 1.63, and 2.07%. The gained data was presented that the error values of the simulation and actual test results of each C-rate were similar.

For designing the size, the position and number of electrical tabs under the same volume as the prototype electrical tabs, the results show that increasing the electrical tabs width and reducing the electrons flow distance on the current collector by changing the position and increasing number of electrical tabs contribute to the diminish of the internal resistance at the battery core. As a result, the battery temperature will be also decreased. Furthermore, for the temperature reduction comparison between the prototype and the newly designed batteries, the pouch

lithium-ion batteries temperature was respectively decreased to -3.50, -2.32, and 4.63 % once the battery widths were applied at 40, 50, and 75 mm. For cylindrical-type with the number of electrical tabs being 2, 4, 6, 10, 14 and full tab, the temperature was decreased by 4.43, 9.45, 10.13, 10.80, 11.01 and 11.58%, respectively. As mentioned above, the results could be concluded that the size, the position and number of electrical tabs affected the change of lithium-ion batteries temperature.



School of Electrical Engineering
Academic Year 2023

Student's Signature
Advisor's Signature

[Handwritten signatures in blue ink]