ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ แบบจำลองเชิงตัวเลขของการถ่ายเทความร้อนภายในเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน

ผู้เขียน นางสาววรรณภา ระหาญนอก

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยศธนา คุณาทร

บทคัดย่อ

เซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (PEMFC) มีการนำมาใช้งานเป็นแหล่งพลังงานของยานยนต์มากขึ้น ซึ่งระบบระบายความร้อนจาก PEMFC เป็นส่วนสำคัญหนึ่งที่จะทำให้ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการกระจายตัวของอุณหภูมิและการถ่ายเทความร้อนภายในเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอนแบบเซลล์เดี่ยวและแบบหอเซลล์ขนาด 5 ชั้นเซลล์ ขนาดพื้นที่ทำปฏิกิริยา 50 ตารางเซนติเมตร ด้วยแบบจำลองเชิงตัวเลข โดยใช้โปรแกรมการคำนวณทางด้านพลศาสตร์ของไหล เพื่อจำลองสภาวะระบบระบายความร้อนของเซลล์เชื้อเพลิง และเป็นแนวทางในการออกแบบระบบระบายความร้อนภายนอกเซลล์

การทดสอบได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพเซลล์เชื้อเพลิงที่มีและไม่มีระบบระบายความร้อน ผลการศึกษาด้วยแบบจำลองเชิงตัวเลข พบว่า อุณหภูมิการทำงานของเซลล์เดี่ยวและหอเซลล์มีค่าสูงสุดที่ 39 และ 91 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าหอเซลล์มีอุณหภูมิการทำงานสูงกว่าเซลล์เดี่ยวและสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการทำงานของเซลล์ คือ ไม่เกิน 80 องศาเซลเซียส จึงควรติดตั้งระบบระบายความร้อนให้กับหอเซลล์ โดยออกแบบเป็นครีบอลูมิเนียมรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 7.5 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร ใบครีบหนา 0.16 เซนติเมตร ครีบสองชุดถูกติดตั้งทางด้านซ้ายและด้านขวาของหอเซลล์ ควบคู่กับการใช้พัดลมระบายความร้อน ผลแสดงว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงให้อยู่ที่ 65 องศาเซลเซียส ภายใต้ความเร็วลม 5 เมตรต่อวินาที ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพเซลล์เชื้อเพลิงที่มีและไม่มีระบบระบายความร้อน สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 632.80 mWatt/cm^2 และ 455.80 mWatt/cm^2 ตามลำดับ ดังนั้นการติดตั้งระบบระบายความร้อนทำให้ประสิทธิภาพของหอเซลล์แบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอนสูงขึ้น 20 %

Thesis Title Numerical Modeling of Heat Transfer in Proton Exchange Membrane Fuel Cell

Author Miss Wannapa Rahannok

Degree Master of Engineering (Energy Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Yottana Khunatorn

Abstract

The proton exchange membrane fuel cell (PEMFC) has been increasingly used as power source for the automobile. The cooling system is considerably the important part of PEMFC to enhance efficient operation. This research focused on the investigation of the temperature and heat distribution inside PEMFC, both of the single and stack cell having 5 cells. The reactive area was about 50 cm^2. The numerical model was solved using computational fluid dynamics program, to predict the influence of PEMFC's cooling system. Therefore, this could be the guideline for the design of external cooling system for PEMFC.

The simulation compared efficiency of fuel cell in case of with and without cooling system. The numerical models showed that the maximum fuel cell operating temperature of single cell and 5-cells stack PEMFC were 39^{o}C and 91 ^{o}C, respectively. The operating temperature of stack cell was obviously higher than single cell and also the appropriated operating temperature, which should be under 80 ^{o}C. Thus, cooling system must be employed. The cooling plates were made of rectangular aluminum fins having size of width x length x height about 3 cm x 3.5 cm x 7.5 cm, and 0.16 cm fin thickness. Two sets of fins were installed at the left and right side of stack cell. The predicted results showed that the operating temperature of stack cell was controlled to below 65 ^{o}C under the wind speed of 5 m/s. In comparison of PEMFC's efficiency in case of with and without cooling system, the power density was 632.80 mWatt/cm^2 and 455.80 mWatt/cm^2, respectively. In brief, the use of cooling system could increase PEMFC efficiency by 20%.