อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเตาแก๊สหุงต้มและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอีเล็กทริค

ฐกฤต ปานขลิบ*

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาและสร้างต้นแบบนวัตกรรมเพื่อประหยัดพลังงานสำหรับเตาแก๊สหุงต้มและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอีเล็กทริค หลังจากนั้นทำการทดสอบอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น โดยการทดลองจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กรณีศึกษา คือกรณีศึกษาแรก (Case A) ทดสอบการทำงานโดยไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ และกรณีศึกษาที่สอง (Case B) ทดสอบการทำงานเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ซึ่งในแต่ละกรณีศึกษาถูกออกแบบให้ทำงานในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น ในพื้นที่ปิด และที่อัตราเร็วลมไหลผ่านแตกต่างกัน

ผลการทดลองทำให้ทราบว่าอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนให้กับเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนหลังติดตั้งอุปกรณ์จากกรณีศึกษาที่ 1 ถึง 4 เพิ่มขึ้น 4.68%, 7.82%, 12.21% และ 18.58% ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ที่ประมาณ 10.82% และช่วยให้ประหยัดพลังงานได้สูงสุดถึง 38.46% ในกรณีการศึกษาที่ 4 และประหยัดน้อยสุดที่ 8.06% ในกรณีการศึกษาที่ 1 ซึ่งทำการทดลองในพื้นที่ปิด โดยมีค่าเฉลี่ยผลประหยัดอยู่ที่ประมาณ 21.7% แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ จะแปรผันตรงกับความแตกต่างของอุณหภูมิครีบโลหะของเทอร์โมอีเล็กทริคระหว่างด้านเย็นและด้านร้อน โดยอุปกรณ์ฯ โดยจะจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาในลักษณะเชิงเส้น โดยเฉลี่ย 2.5 - 3.0 โวลต์ ซึ่งเพียงพอสำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน, เตาแก๊สหุงต้ม, เทอร์โมอีเล็คทริก

* อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม โทร. 08-5482-9612 อีเมล: drthakrit@gmail.com

_14-1303(001-222).indd 49 12/15/57 BE 11:40 AM

Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 5, No. 2, July - December 2014

Energy Saving Equipment for Cooking Stove with Thermoelectric Generator

Thakrit Panklib*

Abstract

This research aims to study, build and test the innovative prototype of energy saving equipment for stove with thermoelectric generator. The experiment will be divided into two case studies. Case A is testing the efficiency of stove without the energy saving equipment and Case B is testing the efficiency of stove with the equipment. Each case is designed to work in different environments, such as in a closed area and in the areas with difference wind speed.

Experimental results show the energy saving equipment improve the thermal efficiency of cooking stove in the household as well. It was found that the thermal efficiency after installing the energy saving equipment in case B1 to B4 increased 4.68 %, 7.82 %, 12.21% and 18.58% respectively, with an average increase is around 10.82 % and saves energy up to 38.46 % in case B4 and less to 8.06% in the case B1 which operated in closed area and the average saving is around 21.7 %. The equipment generateก electricity as linear voltage around 2.5-3.0 Volts depending on the difference of temperature between hot and cold metal fin which installed at the opposite side of thermoelectric and can be used as a source of power for small electronic devices as well.

Keywords: Energy saving equipment, Cooking stove, Thermoelectric

* Lecture, Department of Energy Engineering, Faculty of Technology, Siam Technology College

Corresponding Author Tel. 08-5482-9612 E-mail: drthakrit@gmail.com

_14-1303(001-222).indd 50 12/15/57 BE 11:40 AM

1. บทนำ

ในยุคพลังงานมีราคาแพงและปัญหาสภาวะโลกร้อนทุกประเทศทั่วโลกต่างพยายามแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่ ๆ และวิธีในการใช้พลังงานที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ในปัจจุบันการใส่ใจในเรื่องสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานสะอาดมิใช้เป็นหน้าที่ของภาครัฐหรือหน่วยงานราชการเท่านั้น แต่เป็นหน้าที่ของประชาชนทุกคนที่มีจิตสำนึกในการร่วมกันลดและบรรเทาผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนที่กำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน เตาหุงต้มเป็นอีกหนึ่งอุปกรณ์พื้นฐานที่แทบทุกครัวเรือนจะต้องมี ไม่ว่าจะเป็นครอบครัวใหญ่หรือเล็ก ในเมืองหรือชนบท ที่อาจจะแตกต่างกันก็คงเป็นในเรื่องพลังงานหรือเชื้อเพลิงที่ใช้ ซึ่งอาจเป็น พลังงานไฟฟ้า ก๊าซ แอลพีจี ถ่านไม้หรือชีวมวลประเภทต่าง ๆ แม้ว่าเตาหุงต้มในปัจจุบันจะถูกพัฒนาให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน แต่เมื่อนำไปใช้งานก็ยังคงมีความร้อนส่วนหนึ่งสูญเสียไปกับสภาพแวดล้อม และยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์

งานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นการศึกษาต้นแบบนวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเตาหุงต้มในครัวเรือน และทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะเป็นการพัฒนารูปแบบในการอนุรักษ์พลังงานจากสิ่งใกล้ตัวและการนำเอาความร้อนเหลือทิ้งที่ได้จากการหุงต้มในครัวเรือนมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ที่สำคัญยังเป็นการลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานให้กับครัวเรือน และยังสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ เครื่องมือสื่อสาร วิทยุ หรือชาร์ตแบตเตอรี่ขนาดเล็ก ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลธุระกันดารที่ไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึง

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรมต้นแบบเพื่อประหยัดพลังงานเตาหุงต้มและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

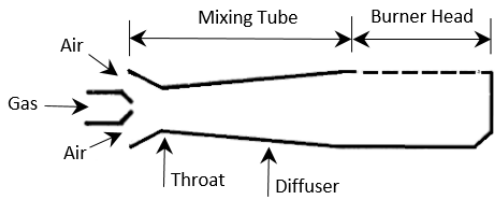
2.2 ทดสอบการทำงานของนวัตกรรมต้นแบบกับเตาแก๊สหุงต้มที่ใช้โดยทั่วไปในครัวเรือน

2.3 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงาน

2.4 เผยแพร่และประชาสัมพันธ์ผลงานเพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม ในการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายให้กับภาคครัวเรือน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 เตาหุงต้มแก๊สแอลพีจีมาตรฐาน



รูปที่ 1 หลักการทำงานของเตาหุงต้มมาตรฐาน

รูปที่ 1 แสดงหลักการทำงานของเตาหุงต้มเชื้อเพลิงแก๊สแอลพีจีมาตรฐาน (Conventional Burner) ซึ่งเป็นเตาที่นิยมใช้กันในครัวเรือนแพร่หลายมากที่สุด ซึ่งหากเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่น จะมีลักษณะเด่นอยู่หลายประการ เช่น โครงสร้างเรียบง่ายไม่ซับซ้อน ราคาถูก ใช้งานง่าย ลดและเร่งไฟได้สะดวก มีช่วงการทำงานที่กว้างพอสมควร ทนทาน และมีความปรอดภัยสูง เตาหุงต้มแอลพีจีมาตรฐานประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วนคือ ท่อผสม (Mixing Tube) หัวเผา (Burner Head) และหัวฉีดแก๊ส (Injection Orifice) ท่อผสมส่วนใหญ่ทำจากเหล็กหล่อโดยออกแบบให้มีลักษณะเป็นคอคอด (Throat) ในบริเวณทางเข้าของแก๊สและอากาศส่วนแรกเพื่อผลทางด้านพลศาสตร์ของการไหลในท่อ ส่วนหัวเตาส่วนใหญ่จะทำจากทองเหลืองรูปร่างมีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและ มีรูในแนวรัศมีทำหน้าที่กระจายแก๊ส (Burner Port) โดยเปลวไฟจะติดอยู่เหนือรูเพื่อส่งถ่ายความร้อนไปยังภาชนะหุงต้มซึ่งวางอยู่ด้านบน [1]

การทำงานเริ่มจากแก๊สความดันต่ำจะถูกพ่นออกจากรูพ่นแก๊สเพื่อเข้าไปผสมในท่อผสม ขณะเดียวกันอากาศส่วนแรกที่อยู่ในบริเวณรูพ่นแก๊สจะถูกชักนำ (Entrained) ผ่านช่องอากาศส่วนแรก (Primary Air Port) เข้าไปในท่อผสมพร้อมกับแก๊สโดยอาศัยการถ่ายเทโมเมนตั้มระหว่างแก๊สและอากาศโดยรอบ โดยมีปริมาณอากาศส่วนแรก (Primary Aeration) ประมาณ 50-70% ของปริมาณอากาศ

Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 5, No. 2, July - December 2014

ที่จำเป็นสำหรับการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ (Stoichiometric Air) [2] จากนั้นจะถูกส่งผ่านไปยังหัวเตา และเมื่อจุดไฟ (Ignition) โดยจะให้ Premixed Flame ลอยนิ่งอยู่เหนือหัวเตา ในขณะเดียวกันอากาศส่วนที่สอง (Secondary Air) จะถูกนำเข้ามาจากด้านข้างของเปลวไฟและจากด้านล่างของหัวเผาทั้งนี้โดยอาศัยการถ่ายเทโมเมนตั้มและแรงลอยตัวของแก๊สร้อนที่ขยายตัวและลอยสูงขึ้น ช่วยทำให้อากาศโดยรอบถูกดูดเข้ามาผสมกับเปลวไฟทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น [3]

3.2 การหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนและการประหยัดพลังงาน

3.2.1 การหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน ในการวิจัยนี้ อ้างอิงการทดสอบตามมาตรฐาน DIN EN 2032 [3] ประสิทธิภาพเชิงความร้อนหาได้จาก ค่าความร้อนสัมผัสที่น้ำได้รับ โดยวิธีการต้มน้ำจากอุณหภูมิห้องจนใกล้จุดเดือดของน้ำ ประมาณ 90 °C แล้ววัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับปริมาณความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งหาได้จากเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำและอัตราการไหลของแก๊สเชื้อเพลิง แล้วนำมาคำนวณหาดังสมการ (1) และ (2)

$$\eta_{th,1} = \frac{Sensible\ Heat}{Heat\ of\ Combustion} \times 100\% \qquad (1)$$

$$\eta_{th,2} = \frac{m_{H_2O} C_{p,H_2O} \Delta T}{LHV \times \dot{V} \times T} \times 100\% \qquad (2)$$

โดยที่ m_{H_2O} มวลของน้ำ (kg)

C_{p,H_2O} ค่าความจุความร้อนของน้ำ (kJ/kg-K)

LHV ค่าความร้อนของแก๊ส (kJ/m^3)

$\dot{V}$ อัตราการไหลเชิงปริมาตร (m^3/s)

T เวลาในการต้มน้ำ

วิธีการนี้จะได้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงของหัวเตาหุงต้มจริง จะต้องมีการอุ่นเตาให้ร้อนก่อนการทดสอบทุกครั้ง ซึ่งสามารถลดความร้อนที่สูญเสียให้กับอุปกรณ์ประกอบเตา เช่น ท่อผสม ฐานตั้งภาชนะ ให้น้อยลง [4]

3.2.2 การประหยัดพลังงาน

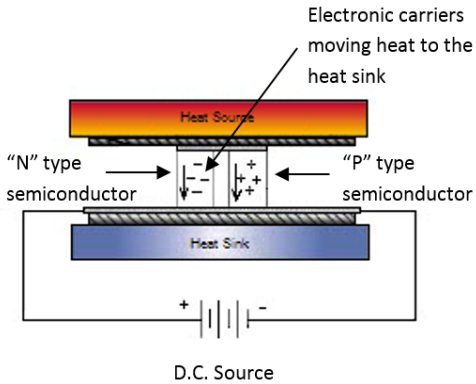
$$Energy\ Saving = \frac{(\eta_{th,2} - \eta_{th,1})}{\eta_{th,2}} \times 100\% \qquad (3)$$

โดยที่ $\eta_{th,1}$ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเตา

$\eta_{th,2}$ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเตาเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

3.3 หลักการทำงานของเทอร์โมอีเล็คทริก

เทอร์โมอิเล็กทริกประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำสองชนิดคือสาร N-Type และสาร P-Type ซึ่งต่ออนุกรมกันทางไฟฟ้าและต่อขนานกันทางความร้อน ดังรูปที่ 2

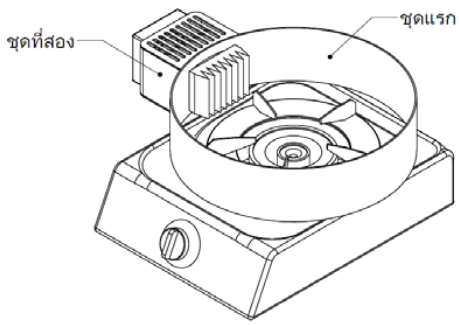


รูปที่ 2 โครงสร้างของเทอร์โมอิเล็กทริก

การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะเกิดขึ้น เมื่อป้อนพลังงานความร้อนเข้าที่ด้านหนึ่งของเทอร์โมอิเล็กทริกและควบคุมอุณหภูมิอีกด้านหนึ่งไว้ที่ระดับต่ำกว่าโดยใช้ตัวระบายตัวระบายความร้อนผล ของอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า แรงดันและกำลังไฟฟ้าที่เทอร์โมอิเล็กทริกผลิตได้นั้นจะขึ้นอยู่กับพลังงานความร้อนที่ได้รับ ระบบระบายความร้อน และจำนวนของโมดูลที่นำมาต่อรวมกัน เทอร์โมอิเล็กทริกสามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เทอร์โมอิเล็กทริกหรือเพลเทียร์ รุ่น TEC1-12705 พิกัด 12 โวลต์ (ค่าสูงสุด 16.2 โวลต์/5.3 แอมแปร์) Q_{max} (Cooling Power) 49 วัตต์ จำนวน 2 ตัวต่ออนุกรม เพื่อให้มีแรงดันมากขึ้น [5]

4. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

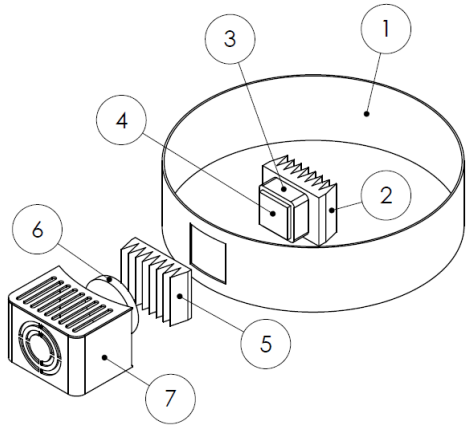
4.1 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานเตาหุงต้มครัวเรือนและผลิตไฟฟ้าประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ชุด ชุดแรกคืออุปกรณ์บังลมซึ่งจะทำหน้าที่กักเก็บพลังงานความร้อนและป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนสู่สภาพแวดล้อม และชุดที่สองคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยจะประกอบไปด้วยครีบโลหะรับความร้อนซึ่งถูกติดตั้งอยู่ภายในชุดบังลมทำหน้าที่รับเอาพลังงานบางส่วนจากภายในเตาส่งผ่านข้อต่อนำความร้อนออกสู่นอกชุดบังลมไปยังผิวสัมผัสของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก โดยผิวสัมผัสอีกด้านหนึ่งของของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกซึ่งอยู่ภายนอกของชุดบังลมจะถูกเชื่อมต่อกับครีบโลหะอีกชุดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ระบายความร้อน และที่ครีบโลหะเพื่อระบายความร้อนภายนอก จะถูกครอบด้วยฝาครอบป้องกันซึ่งติดตั้งพัดลมระบายความร้อนขนาดเล็กทำหน้าที่ช่วยระบายความร้อนให้กับครีบโลหะระบายความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก ทั้งนี้อาศัยปรากฏการณ์ซีเบ็คซึ่งเกิดขึ้นจากอุณหภูมิผิวสัมผัสที่แตกต่างกันในแต่ละด้านของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก [6] ซึ่งจะทำให้ได้ไฟฟ้ากระแสตรงและแรงดันไฟฟ้าออกมา ก่อนที่จะนำพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนั้นจึงเท่ากับว่าเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงและใช้ประโยชน์จากความร้อนเหลือทิ้งมาใช้ผลิตไฟฟ้าในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 3 ภาพแสดงอุปกรณ์ฯ และลักษณะการใช้งาน

รูปที่ 3 แสดงถึงส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ชุด และลักษณะการใช้งาน โดยใช้ครอบหัวเตาแก๊สหุงต้ม ขณะมีการใช้งานเพื่อประหยัดเชื้อเพลิงและผลิตไฟฟ้า โดยชุดแรกคืออุปกรณ์บังลมซึ่งจะทำหน้าที่กักเก็บพลังงานความร้อนและป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนสู่สภาพแวดล้อม และชุดที่สองคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานโดยใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนที่สะสมไว้ภายในอุปกรณ์บังลมให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

รูปที่ 4 แสดงถึงส่วนประกอบทั้งหมดของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเตาหุงต้มครัวเรือนและผลิตไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์บังลม (1) ครีบโลหะรับความร้อน (2) ข้อต่อนำความร้อน (3) เทอร์โมอิเล็กทริก (4) ครีบโลหะระบายความร้อน (5) พัดลมระบายความร้อนขนาดเล็ก (6) และฝาครอบป้องกัน (7) โดยระบบจะผลิตพลังงานไฟฟ้าทันทีหลังมีการจุดใช้งานเตาแก๊สหุงต้ม กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งจะถูกจ่ายไปยัง พัดลมระบายความร้อนขนาดเล็ก (6)



รูปที่ 4 แสดงถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ฯ

หลังจากนั้นจะถูกส่งต่อไปยังวงจรเพิ่มแรงดัน ไฟฟ้าที่ต่ำและไม่คงที่ ซึ่งได้จากเทอร์โมอิเล็กทริก ให้มีความดันสูงขึ้นและคงที่พอเพียงสำหรับใช้ในการประจุไฟฟ้าให้กับชุดแบตเตอรี่ขนาดเล็ก โทรศัพท์มือถือ หลอดไฟแอลอีดี และกับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กประเภทต่าง ๆ

4.2 อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

4.2.1 เตาแก๊สเตาหุงต้มสำหรับครัวเรือน

4.2.2 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานเตาหุงต้มและผลิตไฟฟ้า

4.2.3 เครื่องวัดอัตราการไหลแก๊สเชื้อเพลิง
4.2.4 อุปกรณ์ปรับแรงดันแก๊สเชื้อเพลิง
4.2.5 ถังแก๊ส LPG ขนาด 2.7 กิโลกรัม
4.2.6 เครื่องวัดอุณหภูมิ

4.3 ขั้นตอนการทดลอง

รูปแบบของการทดลองจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กรณีศึกษา คือกรณีศึกษาแรก (Case A) การทดสอบการทำงานโดยไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ และกรณีศึกษาที่สอง (Case B) การทดสอบการทำงานเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ในแต่ละกรณีศึกษาจะถูกออกแบบให้ทำงานในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน โดยในสภาพแวดล้อมที่ 1 จะกระทำในพื้นที่ปิด ส่วนสภาพแวดล้อมที่ 2 มีลมไหลผ่านที่อัตราเร็ว 0.5 เมตรต่อวินาที สภาพแวดล้อมที่ 3 มีลมไหลผ่านที่อัตราเร็ว 1.0 เมตรต่อวินาที และสภาพแวดล้อมที่ 4 มีลมไหลผ่านที่อัตราเร็ว 1.5 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

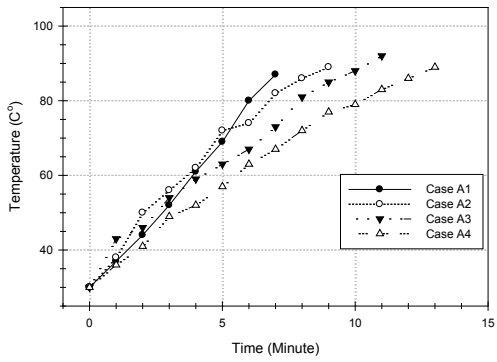
ดังนั้น จะต้องทำการทดลองย่อยในแต่ละกรณีศึกษารวมทั้งสิ้น 8 การทดลอง กรณีศึกษาแรก (Case A) มี 4 การทดลอง ประกอบด้วย Case A1 Case A2 Case A3 และ Case A4 เช่นเดียวกันกับกรณีศึกษาที่สอง (Case B) มี 4 การทดลอง ประกอบด้วย Case B1 Case B2 Case B3 และ Case B4 โดยบันทึกค่าเวลาในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม อุณหภูมิอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ อุณหภูมิของครีบโลหะของเทอร์โมอีเล็กทริคทั้งด้านเย็นและด้านร้อน และแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้

5. ผลการทดลอง

5.1 ผลการทดสอบการทำงานโดยไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ กรณีศึกษาแรก (Case A) กรณีศึกษาแรก (Case A1-A4) เป็นการทดสอบการทำงานโดยไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ จากภาพเห็นได้ชัดเจนว่า Case A1 กระทำในพื้นที่ปิดจะใช้ระยะเวลาในการต้มน้ำจากอุณหภูมิห้องจนถึง 90 °C สั้นที่สุด เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนจากเตาสู่ภาชนะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่า

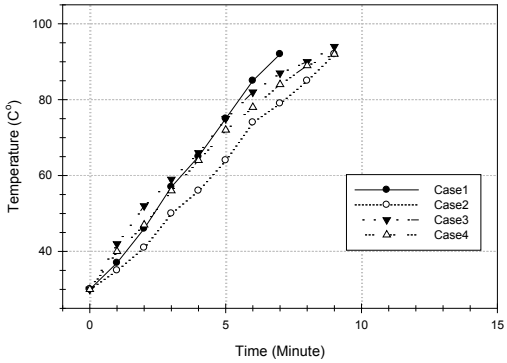
5.2 ขณะที่ Case A2-A4 ใช้ระยะเวลาในการต้มน้ำนานขึ้นตามลำดับ เนื่องจากผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่กำหนดให้มีลมไหลผ่าน ที่อัตราเร็วเพิ่มสูงขึ้น และส่งผลกระทบให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนลดลงตามลำดับ ดังรูปที่ 5

ผลการทดสอบการทำงานเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ กรณีศึกษาที่สอง (Case B) เป็นการทดสอบการทำงาน ภายหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ซึ่งทำการทดลองในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันเช่นเดียวกันกับในกรณีศึกษาแรก

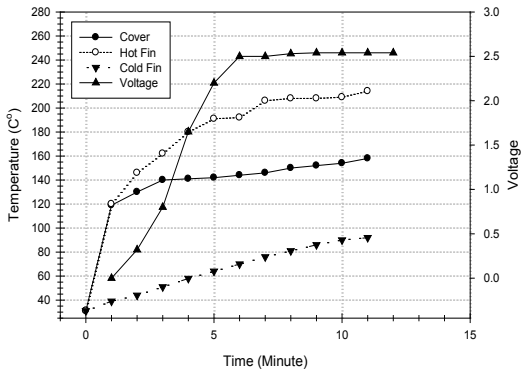


รูปที่ 5 แสดงอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาที่ของกรณีศึกษา A (Case A1-A4)

เห็นได้ว่าอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาของในแต่ละกรณีศึกษาจะแตกต่างกันไม่มากนัก แม้จะมีผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกันกับในกรณีศึกษาแรก เนื่องจากอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อน และป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนเนื่องจากสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 6



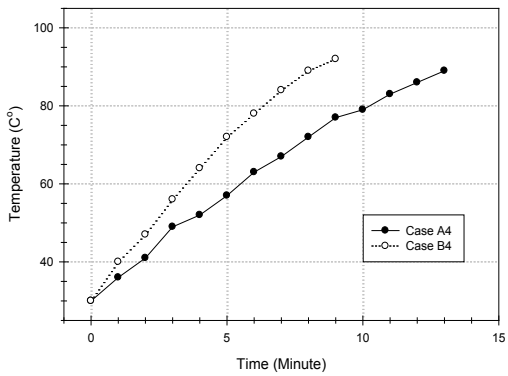
รูปที่ 6 แสดงอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาที่ของกรณีศึกษา B (Case B1-B4)



รูปที่ 7 แสดงค่าการตรวจวัดอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่ง และแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ ของกรณีศึกษา B

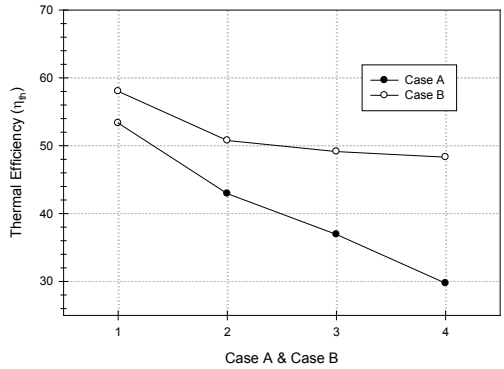
ส่วนในรูปที่ 7 แสดงตัวอย่างค่าการตรวจวัดอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ กรณีศึกษา B (Case B2) ประกอบด้วย การตรวจวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์บังลม อุณหภูมิของครีบโลหะของเทอร์โมอีเล็กทริคทั้งด้านเย็นและด้านร้อน และแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้

5.3 ผลการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างเตาที่ไม่ได้ติดตั้งและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ในรูปที่ 8 แสดงตัวอย่างกรณีศึกษาระหว่าง Case A4 กับ Case B4



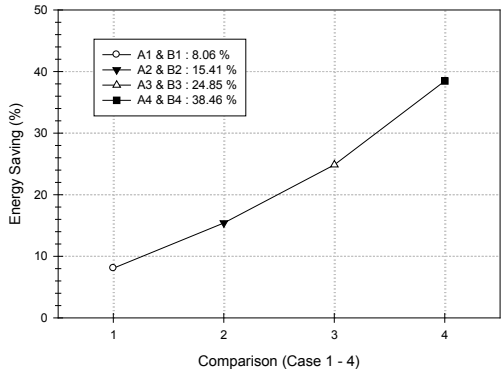
รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาระหว่าง Case A4 และ Case B4

จากรูปพบว่าเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ช่วยให้การถ่ายเทความร้อนจากเตาไปยังภาชนะเพื่อต้มน้ำทำได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่า และจะใช้เวลาในการต้มน้ำน้อยกว่า โดยจะเห็นความแตกต่างระหว่างสองกรณีศึกษาได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น เมื่อเพิ่มความเร็วลมให้สูงขึ้น



รูปที่ 9 แสดงเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของกรณีศึกษา A และ B

และรูปที่ 9 แสดงให้เห็นได้ว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาที่ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ (Case B) จะสูงกว่า แต่จะลดลงเล็กน้อยเมื่อมีผลกระทบจากสภาพแวดล้อม ขณะที่เตาหุงต้มที่ใช้งานโดยทั่วไป (Case A) จะลดลงอย่างรวดเร็วตามสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 10 แสดงเปรียบเทียบผลประหยัดของกรณีศึกษา A และ B

5.4 การเปรียบเทียบผลประหยัด

จากรูปที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบผลประหยัดของของแต่ละกรณีศึกษา ซึ่งทำให้เราทราบว่าอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ สามารถช่วยให้ประหยัดพลังงานได้

สูงสุดถึง 38.46% ในกรณีการศึกษาที่ 4 และประหยัดน้อยสุดที่ 8.06% ในกรณีการศึกษาที่ 1 โดยมีค่าเฉลี่ยผลประหยัดอยู่ที่ประมาณ 21.7%

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1. สรุปผลการทดลอง

6.1.1 ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นภายในห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ สามารถช่วยให้ประหยัดพลังงานได้สูงสุดถึง 38.46% ในกรณีการศึกษาที่ 4 และประหยัดน้อยสุดที่ 8.06% ในกรณีการศึกษาที่ 1 ซึ่งทำการทดลองในพื้นที่ปิดไม่มีปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมเข้ามารบกวน โดยมีค่าเฉลี่ยผลประหยัดอยู่ที่ประมาณ 21.7%

6.1.2 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนให้กับเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนหลังติดตั้งอุปกรณ์จากกรณีศึกษาที่ 1 ถึง 4 เพิ่มขึ้น 4.68%, 7.82%, 12.21% และ 18.58% ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ที่ประมาณ 10.82%

6.1.3 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อนหรือจากเตาหุงต้ม สู่ด้านล่างและจากด้านข้างของภาชนะ และที่สำคัญยังเป็นการป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อน เนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้อีกด้วยทำให้ใช้เวลาในการต้มน้ำน้อยลง ช่วยให้สามารถประหยัดแก๊สหุงต้ม และช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานให้กับภาคครัวเรือนได้เป็นอย่างดี

6.1.4 แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากอุปกรณ์ฯ จะแปรผันตรงกับความแตกต่างของอุณหภูมิครีบโลหะของเทอร์โมอีเล็กทริคระหว่างด้านเย็นและด้านร้อน โดยอุปกรณ์ฯ จะจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาในลักษณะเชิงเส้นสูงสุดที่ประมาณ 2.5 โวลต์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7

6.1.5 แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตออกมา สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ วิทยุ เครื่องมือสื่อสาร หรือชาร์ตแบตเตอรี่ขนาดเล็กสำหรับโคมไฟฉุกเฉินหรือไฟฉาย โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลธุระกันดาร หรือชุมชนที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ได้เป็นอย่างดี

6.2. ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ผลงานการศึกษาและวิจัยชิ้นนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับครัวเรือน ร้านอาหาร และอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี

6.2.2 ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรใช้เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานสูงขึ้นกว่าเดิม เพื่อที่จะได้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนและผลประหยัดที่มีความแม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

6.2.3 ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรปรับปรุงวัสดุที่นำมาใช้สร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ให้ได้มาตรฐานและมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น รวมถึงต้นทุนในการผลิตอุปกรณ์ ซึ่งในการทดลองนี้ใช้งบประมาณทั้งสิ้นประมาณ 2,500 บาท

6.2.4 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้น จากวัสดุที่นำมาใช้สร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ

6.2.5 ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาและเก็บผลทั้งความดันและกระแสไฟฟ้า เพื่อที่จะใช้ในการคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอีเล็กทริคที่แท้จริงต่อไป

6.2.6 แก้ไขและปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิ ภาพในส่วนของการระบายความร้อนที่ครีบเย็นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ดีขึ้น เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าให้สูงขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ณัฐวุฒิ รังสิมันตุชาติ (2544), การประยุกต์ใช้วัสดุพรุนเพื่อการประหยัดพลังงานในเตาแก๊สหุงต้ม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[2] Jugjai, S. and Sanijai, S. (1996). Parametric Studies of Thermal Efficiency in a Proposed Porous Radiant Recirculated Burner (PRRB), Proceedings of RERIC International Energy Journal, Vol. 18, pp. 97

[3] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2550). มอก. 2549: เตาหุงต้มในครัวเรือนใช้กับก๊าซปิโตรเลียมเหลว, เล่ม 126 (ตอนพิเศษ ง)

[4] German Standards and Technical Rules, 1997, DIN EN 2032: Gas-heated catering Equipment, p.17.

[5] จรินทร์ เจนจิตต์, อนิรุตต์ มัทธุจักร์ (2552), การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนโดยฝาครอบเตาแก๊ส, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, 4-7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่, AEC-006248

[6] แสงดาว สังข์แก้ว, ปิ่นอนงค์ แก้วมณี และสมภพ จิรเจษฎา (2546), การศึกษาพฤติกรรมและการประยุกต์ใช้งานเทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอเรเตอร์, ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.