

**การเพิ่มประสิทธิภาพหัวเตาแก๊สหุงต้ม
โดยการนำเอาความร้อนทิ้งกลับมาอุ่นอากาศ
Enhancement the Efficiency of Conventional Burner
by Using Energy Recirculation from Exhaust Gas**

อำพล พิชัยเชิด, วันชาติ ทรัพย์เฮง และชานนท์ ชื่นจิตรี

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น จตุจักร กรุงเทพฯ
E-mail: enaumpol@stjohn.ac.th โทรศัพท์: (662) 9387058-65 ต่อ 234, โทรสาร: (662) 9387071,

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงหัวเตาแก๊สแอลพีจี (KB 5) เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยอาศัยการออกแบบตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรอบหัวเตาเพื่อดึงเอาความร้อนในส่วนที่ไม่ได้สัมผัสกับกันภาชนะมาอุ่นอากาศส่วนที่จะนำเข้าไปผสมกับแก๊สแอลพีจีเพื่อเผาไหม้ต่อไป โดยจะทำการแปรเปลี่ยนค่าอัตราการเผาไหม้ จาก 1.7-7.5 kW หรือที่ความดันในการจ่ายแก๊สแอลพีจีที่ 2.5-50 cm Hg และระยะเวลาในการต้มน้ำปริมาตร 4 ลิตร จากอุณหภูมิห้องให้มีอุณหภูมิ 90 °C ที่บรรจุอยู่ในภาชนะที่มีขนาดแตกต่างกัน 2 ขนาด (No 22 กับ No 40) เพื่อนำไปพิจารณาถึงค่าประสิทธิภาพทางความร้อนในการใช้งาน ซึ่งจะทำเปรียบเทียบการใช้งานของหัวเตาแก๊สแอลพีจีใน 3 แบบ คือ หัวเตาแก๊สแบบทั่วไป หัวเตาแก๊สแบบมีตัวบังลม และหัวเตาแก๊สแบบมีส่วนอุ่นอากาศ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพทางความร้อนสูงสุดของหัวเตาแก๊สแบบมีส่วนอุ่นอากาศจะอยู่ที่ 50 % ซึ่งจะมากกว่าหัวเตาแก๊สแบบทั่วไปอยู่ 4 % และระยะเวลาที่ในการต้มน้ำที่น้อยกว่าเป็นเวลา 2 นาที และในส่วนของการเปลี่ยนขนาดของภาชนะนั้น เมื่อใช้ภาชนะขนาดเล็กประสิทธิภาพทางความร้อนสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อมีอัตราการเผาไหม้ที่ 4.3 kW (20 cm Hg) แต่ภาชนะขนาดใหญ่ประสิทธิภาพทางความร้อนสูงสุดจะเกิดขึ้นที่อัตราการเผาไหม้ที่ 5.2 kW (30 cm Hg) ซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพิจารณาใช้งานหัวเตาแก๊สในลักษณะนี้กับขนาดของภาชนะที่แตกต่างกันออกไปได้ แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ยังไม่ได้พิจารณาระยะห่างระหว่างกันภาชนะกับหัวเตาและการปรับส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงให้มีความเหมาะสม ซึ่งจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานของหัวเตาแก๊สที่ดีขึ้น

คำหลัก: หัวเตาแก๊ส, อัตราการเผาไหม้, ประสิทธิภาพทางความร้อน

Abstract

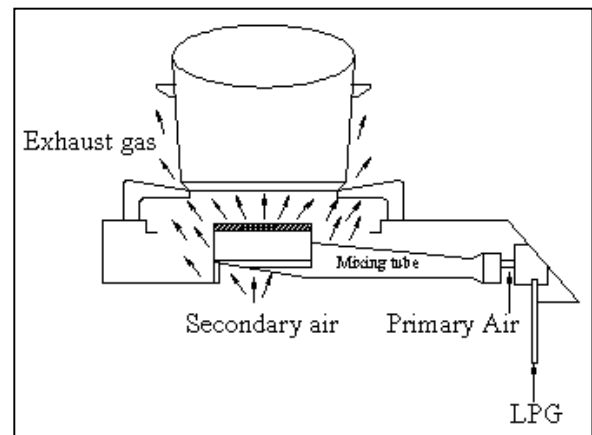
This research will study how to build the new stove head for the LPG fuel which will generate heat more than before. The heat round of the stove was designed to take the heat transfer back from waste. It will warm the air intake prior mixing the LPG fuel to increase more efficiency than other types of stove. There are 2 main parts which are the reconsider the gas burner and redesign heat exchange to

take heat transfer back to warm the air intake. It works by install the heat circulation by bring the heat from exhaust pass the thin metal sheet to warm the air intake. It uses the basic principle of the fluid mechanics, ventilating heat and combustion with this study to help in the design stage. It will make the way of use more possibility. It will reduce waste energy from let the heat blow out by without recycle which will make more cost effective and reduce investment. We test the usage with varies conditions in the same time such as adjust fining gas rate. The energy saving rate more than KB 5 type stove 3-4% at pressure 20 cm.Hg value energy equal to 4.3 kW It will make a maximum of thermal efficiency in 50% and more efficiency in the longer period. It is appropriate to replace the KB 5 type of stove with this type of stove to make energy efficiency.

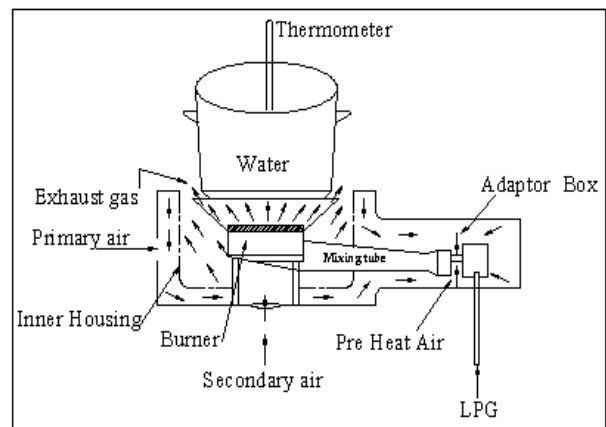
1. บทนำ

เนื่องด้วยในปัจจุบันนี้การใช้แก๊สแอลพีจีในครัวเรือนมีการใช้ค่อนข้างมาก คิดเป็นปริมาณถึง 54 % ของการใช้แก๊สแอลพีจีทั้งหมด และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ ปี พร้อมกันนี้ราคาของแก๊สแอลพีจีมีแนวโน้มสูงขึ้นในทุกๆ ปี[1] จึงหาหนทางในการใช้งานแก๊สแอลพีจีอย่างประหยัด และให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จากการสำรวจพบว่าเตาหุงต้มที่ใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในภาคครัวเรือน หรือแม้กระทั่งในงานทางด้านอุตสาหกรรม มีประสิทธิภาพทางความร้อนค่อนข้างต่ำ[2] ส่งผลให้ไม่ประหยัดพลังงานตามรูปที่ 1 ที่ใช้แก๊สแอลพีจี (LPG ประกอบด้วย โพรเพน 40% และ บิวเทน 60%) เป็นเชื้อเพลิงนั้น ยังมีประสิทธิภาพทางความร้อนไม่ดีพอ เนื่องจากการสูญเสียไปในด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความร้อนที่สูญเสียไปกับไอเสียจากการเผาไหม้ด้วยเหตุนี้เองจึงเกิดแนวคิดที่จะนำเอาความร้อนจากไอเสียเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ โดยการนำเอาความร้อนจากไอเสียมาช่วยอุ่นอากาศก่อนการเผาไหม้ (Preheat) ซึ่งจะช่วยให้อุณหภูมิของเปลวไฟหรืออุณหภูมิของการเผาไหม้สูงขึ้นและจะทำให้ประสิทธิภาพทางความร้อนสูงขึ้น เรียกเตาที่ใช้หลักการนี้ว่า warming air before the combustion ดังแสดงในรูปที่ 2 และรูปที่ 3 (ที่ใช้ในการทดลอง) และเพื่อที่จะเพิ่มให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นอีก ได้มีการออกแบบเตาไม่ให้เกิดการสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกโดยไอเสียที่ได้จากการเผาไหม้จะถูกนำไปอุ่นอากาศก่อนการเผาไหม้เพื่อให้อากาศที่อุณหภูมิสูงขึ้นก่อน

การเผาไหม้กับแก๊ส (LPG) ก็เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการเผาไหม้มากที่สุด



รูปที่ 1 แสดงเตาหุงต้มแบบครัวเรือนทั่วไป



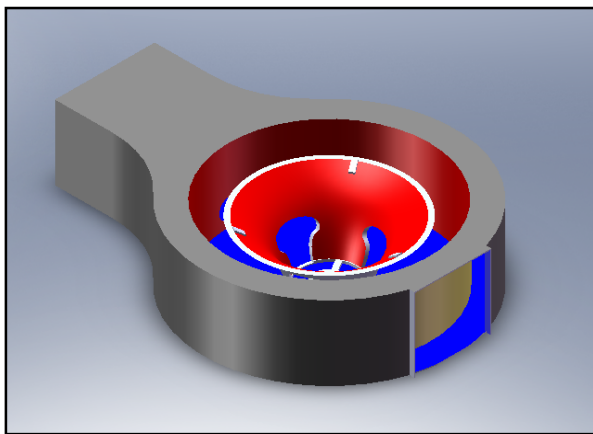
รูปที่ 2 แสดงระบบการอุ่นอากาศ

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์ทดลอง

รูปที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์ทดลองเตาแก๊สหุงต้มชนิด warming air before the combustion จะเป็น

ระบบการจุดไฟไม่ใช้ระบบอัตโนมัติต้องต่อไฟจากภายนอก สามารถปรับอัตราการไหลของแก๊สได้ที่ใช้สวิทช์ปรับอัตราการไหลของแก๊ส ถึงแก๊สขนาดบรรจุ 15 กิโลกรัม น้ำหนักถึง 16.1 กิโลกรัม ข้อต่อและสายยางรวมทั้งเข็มขัดรัดสายยางที่ใช้ทั้งหมดต้องเป็นสายยางแบบพิเศษที่สามารถ ใช้กับแก๊สได้เท่านั้นและต้องใช้เข็มขัดรัดสายยางทุกครั้ง หม้ออลูมิเนียมที่ใช้หุงต้มเป็นหม้อขนาดมาตรฐานเบอร์ 22 นั่นคือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหม้อวัดเป็นเซนติเมตร เครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยปริมาตรของแก๊ส (Gas Flow Meter) เป็นเครื่องมือที่แสดงผลออกมาทางหน้าปัทม์ มีลักษณะเป็นท่อทางเดินภายในบรรจุปรอทและตัวเลขค่าความสูงเทียบเท่ากับค่าความดันก๊าซ (cm.Hg) เทอร์โมมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิน้ำเป็นแบบที่บรรจุปรอทภายในหลอดแก้ว ตาซึ่งใช้สำหรับชั่งน้ำหนักน้ำที่ใช้ทดสอบ เพื่อคำนวณหาค่าการใช้พลังงานโดยชั่งน้ำปริมาณ 4 kg. นาฬิกาจับเวลาใช้จับเวลาที่ใช้ทดสอบทั้งหมดหน้าปัทม์เป็นแบบดิจิตอลสามารถจับเวลาได้ละเอียดถึง 0.01 วินาที

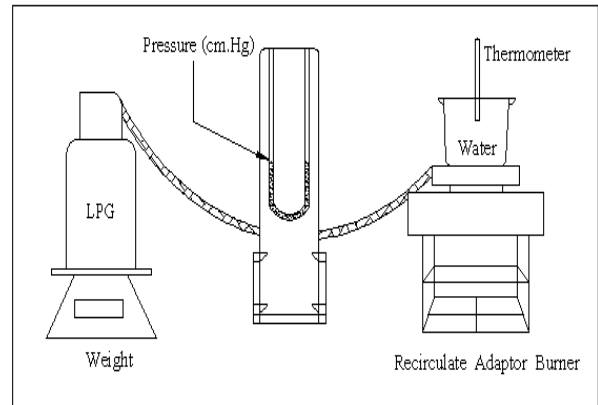


รูปที่ 3 แสดงลักษณะเตาที่ออกแบบ

2.2. วิธีการทดลอง

นำเตาแก๊สที่จะใช้ทดสอบติดอุปกรณ์การทดสอบทั้งหมดให้เรียบร้อยเปิดแก๊สทำการอุ่นเตาประมาณ 2 นาที ปรับอัตราการไหลของแก๊ส ที่ ความดันก๊าซ 2.5 cm.Hg ชั่งน้ำหนักของน้ำที่ใช้ในการทดสอบ 4 kg ใส่หม้ออลูมิเนียมเบอร์ 22 พร้อมวัดและควบคุมอุณหภูมิของน้ำก่อนการต้ม นำหม้ออลูมิเนียมตั้งบนเตาพร้อมเริ่มจับเวลา บันทึกอัตราการไหลของแก๊ส เพื่อนำไป

หาอัตราการเผาไหม้ ต้มน้ำให้อุณหภูมิที่ 90°C บันทึกเวลาเมื่ออุณหภูมิถึง 90°C ปรับอัตราการไหลของแก๊สโดยการเพิ่มความดันก๊าซ ขึ้นครั้งละ 10 cm.Hg ต่อกันจนกระทั่งความดันก๊าซถึง 40 cm.Hg



รูปที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์ทดลอง

3. ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

การวัดค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแบบต่างๆ มีหลายแบบ เช่น การต้มน้ำ การปรุงอาหาร ซึ่งในที่นี้จะใช้วิธีการต้มน้ำโดยจะต้มน้ำจากอุณหภูมิห้องจนใกล้จุดเดือดของน้ำที่ 90°C และทำการบันทึกเวลาโดยวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป เวลาที่ใช้ในการทดลองและอัตราการไหลของแก๊สเชื้อเพลิง และนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อน, η_{th} [4] [5]

$$\eta_{th} = \frac{m c_p \Delta T}{HV m \cdot t}$$

เมื่อ

m = มวลของน้ำ (kg)

\dot{m} = อัตราการไหลแก๊ส LPG (kg/s)

C_p = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ 4.184 kJ/kg-K

ΔT = ความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำเดือดกับอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น

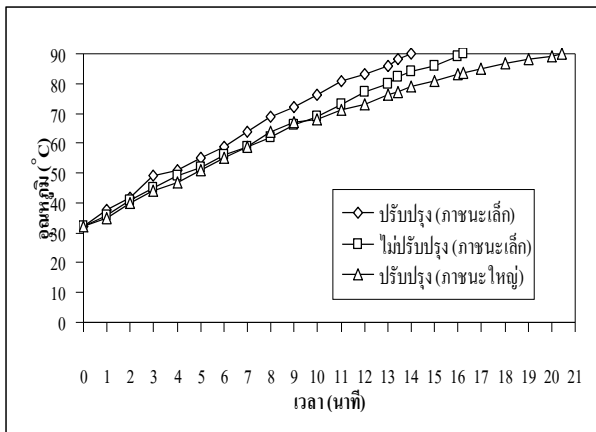
HV = ค่า Heating Value ของแก๊ส LPG = 4.6 MJ/kg

t = เวลาที่ใช้ในการต้มน้ำ (Sec)

4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 อิทธิพลของรูปแบบเตาชนิดต่าง ๆ

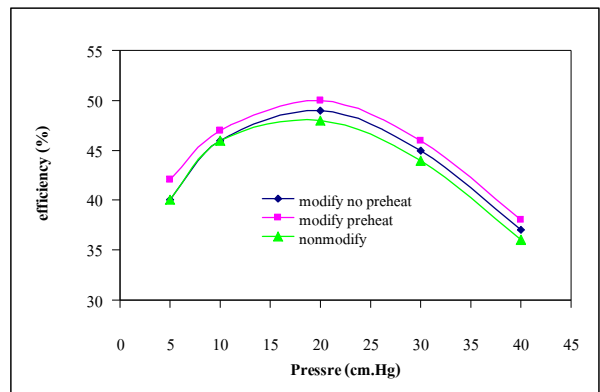
รูปที่ 5 แสดงผลการทดลองจากตารางให้เห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไปทุก ๆ นาทีของภาชนะแต่ละขนาดที่ทำการทดลองที่ตั้งไว้บนเตาที่ได้ปรับปรุงและที่ตั้งไว้บนเตาที่ไม่ได้ปรับปรุงจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของเตาที่ปรับปรุงโดยการอุ่นอากาศก่อนการเผาไหม้จะให้ความร้อนที่สูงกว่าเตาที่ไม่ได้ปรับปรุงดังนั้นความร้อนที่ได้รับมากทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นรวดเร็วจนถึง 90°C และมีประสิทธิภาพมากกว่าเตาที่ไม่ได้ปรับปรุงทำให้น้ำสามารถเดือดได้เร็วกว่าเตาธรรมดาที่ไม่ได้ปรับปรุง



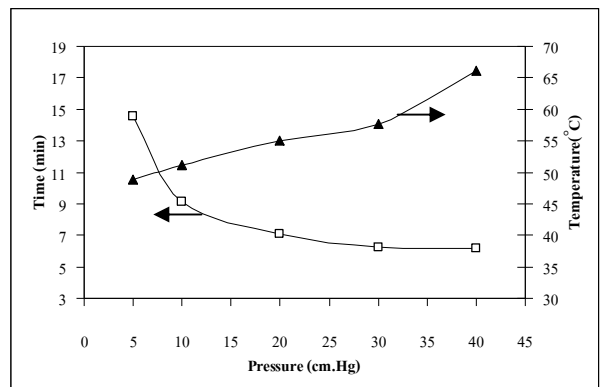
รูปที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำจากการให้ความร้อนของเตา 3 แบบ

จากรูปที่ 6 ในช่วงความดันก๊าซที่ 5-10 cm.Hg จะเห็นได้ถึงช่วงของกราฟที่มีการซ้อนกัน ระหว่างเตาที่มีการปรับปรุงแต่ไม่มีการอุ่นอากาศกับเตาเดิมที่ไม่มีการปรับปรุง เนื่องจากผลที่ได้จากการคำนวณมีการบิดเบือนขึ้นหรือลงของเตาแต่ละแบบ เช่น ประสิทธิภาพทางความร้อนที่คำนวณได้มีค่า 39.4 % ก็จะมีการบิดเบือนลงเป็น 39 % และถ้าประสิทธิภาพทางความร้อนที่คำนวณได้มีค่า 38.6 % ก็จะมีการบิดเบือนขึ้นเป็น 39 % ทำให้กราฟที่แสดงมีลักษณะที่ซ้อนกัน เหตุอีกประการที่ทำให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกันของเตาทั้ง 2 แบบ เนื่องจากว่าที่ความดันก๊าซ 5-10 cm.Hg มีความดันที่ค่อนข้างต่ำ ความร้อนที่สูญเสียออกด้านข้างจึงน้อยมาก ดังนั้นแม้จะมีการนำวัตถุหรืออุปกรณ์ใดมาบังลมบริเวณรอบเตาเพื่อป้องกันความร้อนสูญเสียออกภายนอกก็จะมีผลมากนัก ทำให้ประสิทธิภาพทางความร้อนที่ได้ออกมาจึงใกล้เคียงกัน

ซึ่งค่าประสิทธิภาพทางความร้อนที่ดีที่สุดคือในช่วงความดันก๊าซที่ 20 cm.Hg เป็นช่วงความดันที่ดีที่สุดของเตาทั้ง 3 แบบ แต่ประสิทธิภาพทางความร้อนที่ได้จากการคำนวณผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเตาแบบที่มีการปรับปรุงและแลกเปลี่ยนความร้อนจะให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด เนื่องจากมีการอุ่นอากาศก่อนการเผาไหม้ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของการเผาไหม้ กราฟเส้นกลางแสดงประสิทธิภาพทางความร้อนเตาที่มีการปรับปรุงแต่ไม่มีการแลกเปลี่ยนความร้อน คือเป็นลักษณะของเตาแบบเดิมที่ยังไม่มีการปรับปรุงแต่มีที่บังลมด้านข้างเพิ่มเข้ามาเท่านั้น จากกราฟจะเห็นว่าประสิทธิภาพทางความร้อนดีกว่าเตาเดิมที่ไม่มีการปรับปรุง เนื่องจากว่าความร้อนที่สูญเสียทางด้านข้างของเตาแบบเดิมที่ไม่มีการปรับปรุงนั้นจะเกิดขึ้นน้อยมากกับเตาที่มีการปรับปรุงแต่ไม่มีการแลกเปลี่ยนความร้อน จึงได้ประสิทธิภาพทางความร้อนที่ดีกว่าเตาที่ไม่มีการปรับปรุง



รูปที่ 6 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อนของเตา 3 แบบ



รูปที่ 7 แสดงอุณหภูมิของอากาศป้อนหม้อ

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการปรับปรุงรูปแบบของเตาหุงต้มที่ใช้แก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงสำหรับใช้ในครัวเรือนทั่วไป เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางความร้อนโดยรวมของเตาหุงต้ม โดยการออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์เสริมเพื่อนำความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้มาช่วยในการอุ่นอากาศและลดการสูญเสียความร้อนรอบ ๆ ตัวเตาหุงต้ม

จากการทดลองพบว่า เตาหุงต้มที่ใช้โดยทั่วไปจะมีประสิทธิภาพทางความร้อนอยู่ที่ 37-47% เมื่อนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับกราฟที่ 4.11 จะเห็นว่ากราฟของเตาหุงต้มที่ใช้ทั่วไปจะมีประสิทธิภาพทางความร้อนอยู่ในช่วง 37-47% และมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 47% ที่ความดัน 20 cm Hg ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกราฟของเตาหุงต้มที่ได้รับการปรับปรุง จะเห็นได้ว่า เตาหุงต้มที่ได้รับการปรับปรุง จะมีประสิทธิภาพทางความร้อนอยู่ในช่วง 39-50% โดยประมาณและมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 50% ที่ความดันเดียวกัน จากการปรับปรุงเตาหุงต้มจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพทางความร้อนโดยรวมจะเพิ่มขึ้น 3-4 % โดยประมาณ และมีค่าพลังงานจากการเผาไหม้เท่ากับ 4.3 kW ซึ่งจะให้ความคุ้มค่าและเหมาะสมสำหรับหม้อเบออร์ 22 ซึ่งเป็นหม้อขนาดกลางที่ใช้ในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมในด้านประสิทธิภาพของการเผาไหม้ เพื่อตรวจสอบว่าการเผาไหม้ในแต่ละเงื่อนไขการทดลองนั้นมีความสมบูรณ์มากน้อยเพียงใด ประสิทธิภาพการเผาไหม้เป็นอย่างไร และมีการปลดปล่อยมลภาวะในปริมาณเท่าใด เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการออกแบบและหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณในการสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ จาก มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับการทดลอง

7. เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2549. ข้อมูลพลังงาน (Energy database) [Online] <http://www.eppo.go.th/info/index.html> (accessed on 28 มิถุนายน พ.ศ. 2550)
2. วิเชียร ตรีเวชอักษร, 2541, การปรับปรุงประสิทธิภาพเตาหุงต้มแอลพีจีมาตรฐาน, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-92.
3. ณัฐวุฒิ รังสิมันตุชาติ, 2544, การประยุกต์ใช้วัสดุพรุนเพื่อการประหยัดพลังงานในเตาแก๊สหุงต้ม, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-67.
4. วสันต์ โยคเสนะกุล, 2548, หัวเผาเชื้อเพลิงแก๊สที่มีการหมุนเวียนความร้อนและการไหลแบบหมุนวน, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-74.
5. James R. Maughan, James R. Cahoe, Reza Ghassemzadeh, Autoregulation of primary aeration for atmospheric burners, **United States Patent**, Patent No. 5104311, 1992.