

## สารบัญ

|                                                               | หน้า      |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                                          | ก         |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....                                       | ข         |
| กิตติกรรมประกาศ.....                                          | ค         |
| สารบัญ.....                                                   | ง         |
| สารบัญตาราง.....                                              | ฉ         |
| สารบัญภาพ.....                                                | ช         |
| <b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>                                      | <b>1</b>  |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....                       | 1         |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....                              | 2         |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....                                    | 2         |
| 1.4 คำสำคัญของการวิจัย.....                                   | 3         |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....                            | 3         |
| <b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>             | <b>4</b>  |
| 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....                                   | 4         |
| 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                | 12        |
| <b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>                        | <b>18</b> |
| 3.1 อุปกรณ์การทดลอง.....                                      | 18        |
| 3.2 เครื่องมือและการติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็น.....              | 19        |
| 3.3 วิธีการทดลอง.....                                         | 20        |
| <b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....</b>                    | <b>24</b> |
| 4.1 ลักษณะเปลวไฟของเตาแก๊สแบบต่าง ๆ.....                      | 24        |
| 4.2 อุณหภูมิก่อนการเผาไหม้และอุณหภูมิสูงสุดของหัวเตาแก๊ส..... | 25        |
| 4.3 อุณหภูมิกันห้ม้อ.....                                     | 27        |
| 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา.....                   | 28        |
| 4.5 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนและฟลักซ์ความร้อน.....             | 28        |
| 4.6 ปริมาณแก๊สไอเสียของเตาแก๊สที่ทำการทดลอง.....              | 30        |
| <b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....</b>               | <b>32</b> |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย.....                                       | 32        |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ.....                                           | 32        |

## สารบัญ(ต่อ)

|                                                             | หน้า |
|-------------------------------------------------------------|------|
| บรรณานุกรม.....                                             | 33   |
| ภาคผนวก.....                                                | 35   |
| ภาคผนวก ก ภาพถ่ายอุปกรณ์การทดลอง.....                       | 36   |
| ภาคผนวก ข ข้อมูลการทดลอง.....                               | 43   |
| ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน..... | 49   |
| ภาคผนวก ง ผลงานบางส่วน of โครงการวิจัยที่ทำการเผยแพร่.....  | 60   |
| ประวัตินักวิจัย.....                                        | 67   |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                     | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุพูน.....                                          | 7    |
| 2.2 ค่าความดันของไอน้ำอิ่มตัวที่ $T_g$ °C.....                               | 9    |
| 3.1 สมบัติของแก๊สที่ใช้ทดสอบ.....                                            | 20   |
| 3.2 ขนาดหม้ออะลูมิเนียมและมวลน้ำ.....                                        | 22   |
| ข.1 การทดลองกรณีเตาแก๊ส MOB#1 (ปลายคอคอดเท่ากับ 2.7 cm) ที่น้ำ 2.7 ลิตร..... | 44   |
| ข.2 การทดลองกรณีเตาแก๊ส MOB#2 (ปลายคอคอดเท่ากับ 3.5 cm) ที่น้ำ 2.7 ลิตร..... | 45   |
| ข.3 การทดลองกรณีเตาแก๊ส MOB#3 (ปลายคอคอดเท่ากับ 4.3 cm) ที่น้ำ 2.7 ลิตร..... | 46   |
| ข.4 การทดลองกรณีเตาแก๊สชนิดเซรามิกส์ (PB) ที่น้ำ 2.7 ลิตร.....               | 47   |
| ข.5 การทดลองกรณีเตาแก๊สชนิดหัวฟู (RB) ที่น้ำ 2.7 ลิตร.....                   | 48   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                                                                                           | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.1 ข้อมูลการใช้พลังงานแก๊สแอลพีจีในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2555.....                                                                  | 1    |
| 2.1 ส่วนประกอบทั่วไปของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน.....                                                                             | 4    |
| 2.2 โครงสร้างของหัวเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน.....                                                                                 | 5    |
| 2.3 หัวเตาแก๊สหุงต้มและลักษณะของเปลวไฟของหัวเตาแก๊สชนิดต่าง ๆ.....                                                               | 6    |
| 2.4 วัสดุพูนแบบเซลลูลาร์เปิดชนิด นิเกิล-โครม (Ni-Cr).....                                                                        | 6    |
| 2.5 ขั้นตอนการจัดรูปแบบโครงสร้างเซลของโฟมเซลเปิดที่มีผลต่อการแผ่รังสี.....                                                       | 7    |
| 2.6 การทดสอบหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน.....                                                                                       | 9    |
| 2.7 ฝาครอบแก๊สประสิทธิภาพสูง.....                                                                                                | 10   |
| 2.8 การเปรียบเทียบอุณหภูมิการเผาไหม้ชนิดที่มีและไม่มี การหมุนเวียนความร้อน.....                                                  | 11   |
| 2.9 หัวเผาไหม้ที่มีการหมุนวน (swirl burner).....                                                                                 | 12   |
| 2.10 เตาแก๊สประสิทธิภาพสูงของ ณัฐวุฒิ รังสิมันตุชาติ.....                                                                        | 14   |
| 2.11 เตาแก๊สประสิทธิภาพสูงของ วสันต์ โยเสนาะกุล.....                                                                             | 16   |
| 2.12 เตาแก๊สประสิทธิภาพสูงของ จารุณี จาบลาง.....                                                                                 | 17   |
| 2.13 เตาแก๊สประสิทธิภาพสูงของ จรินทร์ เจนจิตต์.....                                                                              | 17   |
| 3.1 หัวเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนแบบวัสดุพูนเซลลูลาร์เปิด.....                                                                     | 18   |
| 3.2 ขนาดและมิติของหัวเตาแก๊สวัสดุพูนเซลลูลาร์เปิดแบบโลหะ<br>และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตำแหน่งปลายคอคอด (throat diameter, D)..... | 19   |
| 3.3 ตำแหน่งที่ทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล.....                                                                                    | 21   |
| 3.4 การเตรียมหม้อทดสอบ.....                                                                                                      | 22   |
| 3.5 อุปกรณ์ดักแก๊สสำหรับเตาแก๊สประเภทหัวเตาเดียว.....                                                                            | 23   |
| 4.1 ภาพถ่ายรูปแบบลักษณะของเตาแก๊สหุงต้มที่ใช้ทดลอง.....                                                                          | 24   |
| 4.2 ภาพถ่ายตัวอย่างลักษณะเปลวไฟของเตาแก๊สแบบต่าง ๆ.....                                                                          | 25   |
| 4.3 อุณหภูมิ Preheated primary air.....                                                                                          | 26   |
| 4.4 อุณหภูมิสูงสุดของหัวเตาแก๊ส.....                                                                                             | 26   |
| 4.5 อุณหภูมิกันหม้อที่จุดต่าง ๆ.....                                                                                             | 27   |
| 4.6 อุณหภูมิเฉลี่ยที่กันหม้อ.....                                                                                                | 28   |
| 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำกับเวลา.....                                                                                   | 29   |
| 4.8 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (thermal efficiency, $\eta_{th}$ ).....                                                              | 29   |
| 4.9 ฟลักซ์ความร้อน (heat flux).....                                                                                              | 30   |
| 4.10 ปริมาณแก๊สไอเสียของเตาแก๊สที่ทำการทดลอง.....                                                                                | 31   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่                                                    | หน้า |
|-----------------------------------------------------------|------|
| ก.1 เตาแก๊สที่ใช้ในการทดลอง.....                          | 37   |
| ก.2 ถังแก๊สและหัวปรับความดัน (pressure regulator).....    | 38   |
| ก.3 หม้อหุงต้มขนาดเบอร์ 22 cm.....                        | 38   |
| ก.4 นาฬิกาจับเวลา.....                                    | 38   |
| ก.5 เครื่องวัดความดันแก๊สแบบดิจิตอล.....                  | 39   |
| ก.6 เครื่องวัดอัตราการไหลของแก๊ส (gas flow meter).....    | 39   |
| ก.7 เครื่องเก็บข้อมูล (data logger).....                  | 39   |
| ก.8 หัววัดอุณหภูมิหรือเทอร์โมคัปเปิล (thermocouples)..... | 39   |
| ก.9 เครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย (exhaust analyzer).....    | 40   |
| ก.10 น้ำกลั่น.....                                        | 40   |
| ก.11 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล.....                    | 40   |
| ก.12 เครื่องวัดความเร็วลม.....                            | 41   |
| ก.13 อุปกรณ์วัดความชื้น.....                              | 41   |
| ก.14 อุปกรณ์ช่วยจุดไฟ.....                                | 41   |
| ก.15 ภาพถ่ายการทดสอบการต้มน้ำของเตาแก๊ส.....              | 42   |
| ก.16 ภาพถ่ายการทดสอบการวัดปริมาณแก๊สไอเสีย.....           | 42   |