สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	4
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	5
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**6**
2.1 พื้นฐานการเผาไหม้เชื้อเพลิงแอลพีจี	6
2.2 นิยามของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน	7
2.3 หลักการทำงานของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน	8
2.4 ชนิดของเตาแก๊สหุงต้ม	9
2.5 การเผาไหม้ที่มีการหมุนเวียนความร้อน (Heat-Recirculating Combustion) [10]	9
2.6 หลักการส่งเสริมการถ่ายเทความร้อนของวัสดุพรุน [4]	10
2.7 การถ่ายเทความร้อนของเตาหุงต้มกับภาชนะ	11
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	**23**
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	23
3.2 วิธีการทดลอง	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**32**
4.1 อิทธิพลของตาข่ายสแตนเลส	32
4.2 อิทธิพลของ Firing rate	38
4.3 อิทธิพลของภาชนะ	43
4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนระหว่างเตาแก๊สแบบ Vertical Ports (Conventional Burner, CB) และเตาแก๊สแบบหมุนวน (Swirl Burner, SB)	47
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	**50**
5.1 สรุปผลการศึกษา	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	**52**
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ	54
ภาคผนวก ข รูปลักษณะเปลวไฟที่อัตราการไหลต่างๆ	63
ภาคผนวก ค รูปการทดลอง	75
ภาคผนวก ง ผลสำเร็จจากการดำเนินโครงการ	79

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	การจัดหาและความต้องการการใช้แก๊สแอลพีจีของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552-2554	1
2.1	ลักษณะหัวเผาและสภาวะการทำงานตาม	16
3.1	คุณสมบัติของแก๊สที่ใช้ทดสอบ	28
3.2	ขนาดหม้ออะลูมิเนียมและมวลน้ำ	28
3.3	ค่าความดันของไอน้ำอิ่มตัวที่ t_s °C (kPa)	31
ก.1	ค่า Absorption Coefficient และ ค่า Optical Thickness ที่ Emissivity ต่างๆ	59
ก.2	ค่าความพรุน (Porosity) ของตาข่ายสแตนเส	61
ข.1	ลักษณะเปลวไฟที่ Firing rate ต่างๆ และเปลวไฟที่ล้นออกด้านข้างภาชนะของ Conventional burner (14 mpi)	64
ข.2	ลักษณะเปลวไฟที่ Firing rate ต่างๆ และเปลวไฟที่ล้นออกด้านข้างภาชนะของเตาที่ออกแบบโดยใช้วัสดุพรุนขนาด 16 mpi	66
ข.3	ลักษณะเปลวไฟที่ Firing rate ต่างๆ และเปลวไฟที่ล้นออกด้านข้างภาชนะของเตาที่ออกแบบโดยใช้วัสดุพรุนขนาด 18 mpi	68

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ปริมาณการใช้แก๊สแอลพีจีของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2544-2554	3
2.1	ส่วนประกอบทั่วไปของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน	7
2.2	โครงสร้างของหัวเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน	8
2.3	หัวเตาแก๊สหุงต้มและลักษณะเปลวไฟของหัวเตาแก๊สชนิดต่างๆ	9
2.4	เปรียบเทียบอุณหภูมิการเผาไหม้ชนิดที่มีและไม่มีการหมุนเวียนความร้อน	10
2.5	หลักการทำงานของวัสดุพรุนในลักษณะอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	11
2.6	การถ่ายเทความร้อนของเตาหุงต้มให้แก่ก้นภาชนะ	12
2.7	การถ่ายเทความร้อนของเตาหุงต้มให้ด้านข้างภาชนะ	12
2.8	เตาแก๊สประสิทธิภาพสูงของ ณัฐวุฒิ รังสิมันตุชาติ	15
2.9	เตาแก๊สประสิทธิภาพสูงของวสันต์ โยเสนะกุล	18
2.10	เตาแก๊สประสิทธิภาพสูงของนางสาวจารุณี จาบกลาง	19
2.11	อุปกรณ์การทดลอง Particle image velocimetry (PIV)	19
2.12	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเชิงความร้อนและการปล่อยแก๊ส CO	20
3.1	เตาแก๊ส UD รุ่น UD-725 (รุ่นประหยัดพลังงานประสิทธิภาพสูง)	23
3.2	ถังแก๊ส หัวปรับความดัน (Pressure regulator) พร้อมสายแก๊ส	23
3.3	หม้ออะลูมิเนียมเบอร์ 18 cm เบอร์ 20 cm เบอร์ 22 cm เบอร์ 26 cm เบอร์ 32 cm กระทะขนาด 33 cm และกระทะขนาด 35 cm พร้อมฝาหม้อเจาะรูใส่เทอร์โมมิเตอร์	24
3.4	เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล	24
3.5	นาฬิกาจับเวลา	24
3.6	เครื่องวัดอัตราการไหลของแก๊ส (Gas flow meter)	25
3.7	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)	25
3.8	อุปกรณ์ดักแก๊สไอเสียสำหรับเตาก๊าซประเภทหัวเดียว	25
3.9	วิเคราะห์แก๊สไอเสีย (Exhaust analyzer)	26
3.10	หลอดวัดความดันรูปตัวยู (U-tube manometer)	26
3.11	ลักษณะลวดตาข่ายสแตนเลส (Stainless steel wire mesh)	27
3.12	(a) หัวเตาแบบ Vertical Ports (Conventional Burner, CB) (b) หัวเตาแบบ (Swirl Burner, SB)	27
3.13	การทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน	30

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.1 อิทธิพลของขนาดลวดตาข่ายสแตนเลส (Stainless steel wire mesh) ต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อน (η_{th}) ที่ Firing rate ต่างๆ โดยทดสอบกับหม้อเบอร์ 18, 20, 22, 26, 32 cm และกระทะ 33, 35 cm 32
4.2 อิทธิพลของขนาดลวดตาข่ายสแตนเลส (Mesh size) ต่อปริมาณ CO ที่ Firing rate ต่างๆ โดยทดสอบกับหม้อเบอร์ 18, 20, 22, 26, 32 cm และกระทะ 33, 35 cm 34
4.3 อิทธิพลของขนาดลวดตาข่ายสแตนเลส (Mesh size) ต่อปริมาณ NO_x ที่ Firing rate ต่างๆ โดยทดสอบกับหม้อเบอร์ 18, 20, 22, 26, 32 cm และกระทะ 33, 35 cm 36
4.4 อิทธิพลของ Firing rate (Fr) ต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อน (η_{th}) ที่ Mesh size ต่างๆ โดยทดสอบกับหม้อเบอร์ 18, 20, 22, 26, 32 cm และกระทะ 33, 35 cm 38
4.5 อิทธิพลของ Firing rate (Fr) ต่อปริมาณ CO ที่ Mesh size ต่างๆ โดยทดสอบกับหม้อเบอร์ 18, 20, 22, 26, 32 cm และกระทะ 33, 35 cm 39
4.6 อิทธิพลของ Firing rate (Fr) ต่อปริมาณ NO_x ที่ Mesh size ต่างๆ โดยทดสอบกับหม้อเบอร์ 18, 20, 22, 26, 32 cm และกระทะ 33, 35 cm 41
4.7 อิทธิพลของภาชนะต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อน (η_{th}) ที่ขนาดภาชนะต่างๆ โดยทดสอบที่ Firing rate เท่ากับ 0.89, 1.79, 2.69, 3.59, 4.48 และ 5.38 kW 43
4.8 อิทธิพลของภาชนะต่อปริมาณ CO ที่ขนาดภาชนะต่างๆ โดยทดสอบกับ Firing rate เท่ากับ 0.89, 1.79, 2.69, 3.59, 4.48 และ 5.38 kW 44
4.9 อิทธิพลของภาชนะต่อปริมาณ NO_x ที่ขนาดภาชนะต่างๆ โดยทดสอบกับ Firing rate เท่ากับ 0.89, 1.79, 2.69, 3.59, 4.48 และ 5.38 kW 46
4.10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนระหว่างเตาแก๊สแบบ CB และเตาแก๊ส SB ของหม้อ 22 cm ที่ Firing rate ต่าง ๆ 47
4.11 เปรียบเทียบปริมาณ CO ระหว่างเตาแบบ CB และเตาแบบ SB ของหม้อ 22 cm ที่ Firing rate ต่าง ๆ 48
4.12 เปรียบเทียบปริมาณ NO_x ระหว่างเตาแบบ CB และเตาแบบ SB ของหม้อ 22 cm ที่ Firing rate ต่าง ๆ 48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ก.1	ลักษณะของตาข่ายสแตนเลส	58
ก.2	การเปรียบเทียบค่าความพรุนที่ได้จากวิธีต่างๆ [8]	61
ข.1	ลักษณะของเปลวไฟ (a) เตา CB และ (b) เตา SB ที่ Firing rate เท่ากับ 5.38 kW	70
ข.2	ลักษณะของเปลวไฟ (a) เตา CB และ (b) เตา SB ที่ Firing rate เท่ากับ 5.38 kW เมื่อใช้ร่วมกับหม้อขนาด 18 cm	70
ข.3	ลักษณะของเปลวไฟ (a) เตา CB และ (b) เตา SB ที่ Firing rate เท่ากับ 5.38 kW เมื่อใช้ร่วมกับหม้อขนาด 20 cm	71
ข.4	ลักษณะของเปลวไฟ (a) เตา CB และ (b) เตา SB ที่ Firing rate เท่ากับ 5.38 kW เมื่อใช้ร่วมกับหม้อขนาด 22 cm	71
ข.5	ลักษณะของเปลวไฟ (a) เตา CB และ (b) เตา SB ที่ Firing rate เท่ากับ 5.38 kW เมื่อใช้ร่วมกับหม้อขนาด 26 cm	72
ข.6	ลักษณะของเปลวไฟ (a) เตา CB และ (b) เตา SB ที่ Firing rate เท่ากับ 5.38 kW เมื่อใช้ร่วมกับหม้อขนาด 32 cm	72
ข.7	ลักษณะของเปลวไฟ (a) เตา CB และ (b) เตา SB ที่ Firing rate เท่ากับ 5.38 kW เมื่อใช้ร่วมกับกระทะขนาด 33 cm	73
ข.8	ลักษณะของเปลวไฟ (a) เตา CB และ (b) เตา SB ที่ Firing rate เท่ากับ 5.38 kW เมื่อใช้ร่วมกับกระทะขนาด 35 cm	74
ค.1	การเตรียมเตาแก๊ส UD รุ่น UD-725 ในการทดลอง	76
ค.2	การอุ่นหัวเตาแก๊สด้วยการเผาเชื้อเพลิงโดยที่ไม่มีภาระทางความร้อน	76
ค.3	การชั่งน้ำหนักของน้ำเพื่อใช้ในการทดลองให้มีน้ำหนัก 2.7kg	76
ค.4	การปรับหัวปรับความดันให้มีอัตราการไหลสูงสุด	77
ค.5	การปรับอัตราการไหลของแก๊สให้ได้ตามที่ต้องการ	77
ค.6	การนำภาชนะที่ใส่น้ำแล้วตั้งบนเตาเริ่มจับเวลา วัดอุณหภูมิของน้ำ	77
ค.7	การนำอุปกรณ์ดักก๊าซไอเสียครอบหัวเตา	78
ค.8	การวัดปริมาณไอเสียด้วยเครื่องวิเคราะห์ไอแก๊สเสีย (Exhaust analyzer) วิเคราะห์แก๊สไอเสียที่ปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ และบันทึกค่าที่ได้ในการทดสอบ	78
ค.9	ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	78