

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหม้อไอน้ำ.....	4
ลักษณะของหม้อไอน้ำที่ดี.....	6
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำและการตรวจวัด.....	7
การตรวจวัดประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ.....	8
เชื้อเพลิง.....	10
ชีวมวล (Biomass).....	10
ประเภทของชีวมวล.....	11
การนำชีวมวลมาใช้ (Biomass conversion).....	11
องค์ประกอบของชีวมวลที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้า.....	14
เชื้อเพลิงแข็งที่นำมาใช้.....	16
พิกัดหม้อไอน้ำ.....	18
สารที่มีสถานะเป็นของผสมของเหลว-ไออิ่มตัว (Saturate Liquid-Vapor Mixture or Saturated Mixture).....	19
หน่วยที่ใช้บอกพิกัดของหม้อไอน้ำ.....	20
สมรรถนะของหม้อไอน้ำ (over-all boiler efficiency).....	21
การหาปริมาณเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ต่อชั่วโมง.....	21
การวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ.....	22
ประสิทธิภาพเชิงความร้อน.....	24

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การสมดุลพลังงานความร้อนในระบบหม้อไอน้ำ (Heat Balance of Steam Boiler).....	25
สตอยคิโอเมตรีของการเผาไหม้.....	30
นิยามที่สำคัญเกี่ยวกับการเผาไหม้.....	31
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	38
อุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลอง.....	38
ขั้นตอนการทดลอง.....	41
4 ผลการวิจัย.....	53
การประเมินสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำซีวขนาดเล็ก.....	53
5 บทสรุป.....	71
สรุปผลการวิจัย.....	71
ข้อเสนอแนะ.....	72
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก.....	77
อภิธานศัพท์.....	133
ประวัติผู้วิจัย.....	134

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงข้อดีและข้อเสียของหม้อไอน้ำแบบหลอดน้ำ.....	7
2	แสดงข้อดีและข้อเสียของหม้อไอน้ำแบบหลอดไฟ.....	7
3	แสดงกระบวนการเปลี่ยนแปลงชีวมวลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง.....	13
4	แสดงคุณสมบัติทางความร้อนของชีวมวล.....	17
5	แสดงลักษณะและข้อมูลทางด้านเทคนิคของหม้อไอน้ำที่ตรวจวัด.....	40
6	สรุปคุณภาพไอน้ำของเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัส.....	55
7	สรุปคุณภาพไอน้ำของเชื้อเพลิงไมยราพยักษ์.....	56
8	สรุปคุณภาพไอน้ำของเชื้อเพลิงข้าวโพด.....	57
9	การสูญเสียความร้อนในรูปแบบต่างๆของหม้อไอน้ำ โดยใช้ไม้ยูคาลิปตัส เป็นเชื้อเพลิง.....	66
10	การสูญเสียความร้อนในรูปแบบต่างๆของหม้อไอน้ำ โดยใช้ไม้มายราพยักษ์ เป็นเชื้อเพลิง.....	67
11	การสูญเสียความร้อนในรูปแบบต่างๆของหม้อไอน้ำ โดยใช้ซังข้าวโพด เป็นเชื้อเพลิง.....	68
12	ผลการวิเคราะห์หีไอเสีย.....	70
13	แสดงการเทียบระดับน้ำที่หลอดแก้วหน้าหม้อไอน้ำ.....	78
14	ผลการทดลองของเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัส ครั้งที่ 1.....	82
15	ผลการทดลองของเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัส ครั้งที่ 2.....	86
16	ผลการทดลองของเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัส ครั้งที่ 3.....	90
17	ผลการทดลองของเชื้อเพลิงต้นไมยราพยักษ์ ครั้งที่ 1.....	94
18	ผลการทดลองของเชื้อเพลิงต้นไมยราพยักษ์ ครั้งที่ 2.....	98
19	ผลการทดลองของเชื้อเพลิงต้นไมยราพยักษ์ ครั้งที่ 3.....	102
20	ผลการทดลองของเชื้อเพลิงซังข้าวโพด ครั้งที่ 1.....	106
21	ผลการทดลองของเชื้อเพลิงซังข้าวโพด ครั้งที่ 2.....	110
22	ผลการทดลองของเชื้อเพลิงซังข้าวโพด ครั้งที่ 3.....	114

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 กระบวนการที่เหมาะสมกับความชื้นของชีวมวลและผลิตภัณฑ์ที่ได้.....	13
2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในกระบวนการที่ใช้ความร้อน.....	14
3 สารที่มีสถานะเป็นของผสมอิมิตัว.....	19
4 ส่วนหนึ่งของความร้อนที่กลจักรความร้อนรับมาจะถูกเปลี่ยนไปเป็นงาน ส่วนที่เหลือจะถูกปล่อยทิ้งไปยัง sink.....	23
5 ระบบหม้อไอน้ำชีวมวล.....	40
6 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์.....	42
7 ขั้นตอนการทดลอง.....	43
8 มาตรฐานแรงดันไอน้ำ.....	44
9 มาตรฐานควบคุมความดัน.....	44
10 ตาชั่ง.....	45
11 pressure & temperature transducer (model : TD3M 15C 1618 U6BN).....	45
12 datalogger (ยี่ห้อ WISCO รุ่น AI210).....	46
13 thermocouple type K.....	46
14 steam flow meter (YOKOGAWA Digital YEWFLOW รุ่น DY080).....	47
15 เครื่องวัดค่าไอเสีย (ยี่ห้อ TESTO รุ่น Testo 350 M/XL).....	47
16 เลื่อยตัดไม้.....	48
17 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า.....	48
18 คอมพิวเตอร์.....	49
19 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟขนาดกำลังการผลิตไอน้ำสูงสุด 200 kg/hr.....	49
20 ถังน้ำป้อนขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ถัง.....	50
21 บิมน้ำป้อน.....	50
22 พัดลมดูดอากาศ.....	51
23 ตู้ควบคุม.....	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
24 Multi cyclone Collector.....	52
25 ปล่องไอเสีย.....	52
26 สมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวลขนาดกำลังการผลิตสูงสุด 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยใช้ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ไมยราพยักษ์ และซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิง.....	53
27 รายการข้อมูลและการคำนวณของการทำดุลพลังงานของหม้อไอน้ำ ตามมาตรฐาน ASME.....	58
28 การใช้เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด.....	62
29 อุณหภูมิไอเสียของเชื้อเพลิง 3 ชนิด.....	63
30 ขั้นตอนการทำการทดลอง.....	118
31 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของซังข้าวโพด.....	119
32 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของซังข้าวโพด (แบบเก่า).....	120
33 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของไมยราพยักษ์.....	121
34 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของไมยราพยักษ์ (แบบเก่า).....	122
35 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของไม้ยูคาลิปตัส.....	123
36 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของไม้ยูคาลิปตัส (แบบเก่า).....	124

อักษรย่อ

kW_{thermal}	=	kilowatt thermal
LHV	=	Lower Heating Value
HHV	=	High Heating Value
M	=	mass
kcal	=	kilocalorie
kg	=	kilogram
kJ	=	kilojoule
hr	=	hour
$^{\circ}\text{C}$	=	Degree Celsius
h	=	Enthalpy
s	=	second
cm^2	=	Square centimeter
m	=	meter
P	=	pressure
t	=	time
\dot{m}	=	mass flow rate
Q	=	Volume flow rate
ρ	=	density
v	=	Specific volume
x	=	Dryness fraction
P_{gate}	=	ความดันเกจ
P_{abs}	=	ความดันสมบูรณ์
t_{steam}	=	อุณหภูมิไอน้ำ
t_{water}	=	อุณหภูมิน้ำ
h_f	=	เอนทาลปีของของเหลว
q_f	=	อัตราการป้อนเชื้อเพลิง
η_{th}	=	ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ

อักษรย่อ (ต่อ)

Sat. = ใอน้ำอิมตัว
Sat. Mix = ใอน้ำผสมอิมตัว

