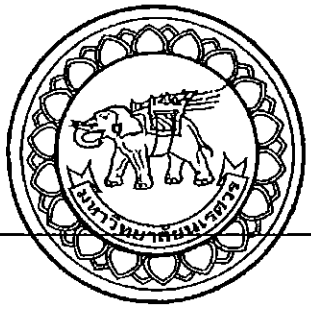


การออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์สำหรับเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย

Design of Gasifier Oven For Banana Peels Fuel

นายปิยะวุฒิ	นากา	รหัส 51361285
นายเมธี	พละทรัพย์	รหัส 51361353
นายสิทธิพงษ์	อินจง	รหัส 51364118

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 10 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 15998839
มหาวิทยาลัยนเรศวร ฝ622 ส 2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์สำหรับเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย
(Design Of Gasifier Oven For Banana Peels Fuel)

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายปิยะวุฒิ	นากา	รหัส 51361285
นายเมธี	พละทรัพย์	รหัส 51361353
นายสิทธิพงษ์	อินจง	รหัส 51364118

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร. ภาณุ พุทธวงศ์

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ดร.ภาณุ พุทธวงศ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลยา กนกจารุวิจิตร)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์สำหรับเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย (Design of Gasifier Oven For Banana Peels Fuel)
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายปิยะวุฒิ นากา รหัส 51361285
	นายเมธี พละทรัพย์ รหัส 51361353
	นายสิทธิพงษ์ อินจง รหัส 51364118
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. ภาณุ พุทธวงศ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	2554

.....

บทคัดย่อ

การออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ สำหรับเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย เป็นการออกแบบเพื่อรองรับเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย ซึ่งได้ศึกษาค่าความร้อนจากเปลือกกล้วยตากแห้ง พบว่าค่าความร้อนที่ได้อยู่ที่ 21,383.21 kJ/kg รวมถึงเปลือกกล้วยนั้นจะมีความหนาแน่นต่อปริมาตรอยู่ที่ 93.784 kg/m^3 และนำค่าความหนาแน่นไปหาปริมาตรของเตา เพื่อรองรับอัตราการป้อนของเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วยที่ 1 kg/hr ซึ่งเป็นแนวคิดในการออกแบบของเตาแก๊สซิไฟเออร์ การออกแบบนั้น จะเป็นการออกแบบเตาชนิดไหลลง (Downdraft gasifier) ซึ่งเตาจะแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ เตาชั้นใน และเตาชั้นนอก โดยที่เตาชั้นในจะทำหน้าที่เป็นห้องเผาไหม้ โดยมีท่ออากาศขนาด 1 นิ้ว ไว้สำหรับดูดอากาศเข้าห้องเผาไหม้จำนวน 4 ท่อ ติดอยู่ข้างๆ โดยเตาเผาชั้นในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 cm ความสูง 60 cm ภายในเตาชั้นในได้มีการเจาะรูด้านล่างเป็นวงกลมเพื่อให้แก๊สไหลออกไปสู่เตาชั้นนอก ส่วนเตาชั้นนอกจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 45 cm ความสูง 65 cm ภายในเตาชั้นนอกจะมีตะแกรงอยู่ด้านล่างเพื่อป้องกันเชื้อเพลิงตกลงไปทำให้ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ด้านล่างของเตาจะเป็นช่องสี่เหลี่ยม ทำหน้าที่กำจัดเถ้าถ่านออกจากตัวเตาแก๊สซิไฟเออร์ ส่วนท่อขนาด 2 นิ้วที่ต่อออกมาจากด้านบนของเตาเป็นท่อสำหรับนำแก๊สที่ได้ออกมาจากเตาแก๊สซิไฟเออร์ไปใช้ โดยแก๊สที่ได้จะไหลเข้าสู่ไซโคลนเพื่อกรองแก๊สให้มีความสะอาดมากยิ่งขึ้นก่อนที่จะนำแก๊สไปใช้งาน การสร้างเตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ได้ทำการออกแบบจะมีค่าใช้จ่ายอยู่ประมาณที่ 8,255 บาท เมื่อได้ทำการคำนวณค่าคุ้มทุน เพื่อเทียบกับการใช้เตาแก๊สที่ใช้เชื้อเพลิงจากแก๊ส LPG แล้วจะเทียบเท่ากับการใช้เตาแก๊สที่ใช้เชื้อเพลิงจากแก๊ส LPG เป็นระยะเวลาประมาณ 5 เดือน หลังจากนั้นก็จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนและยังเป็นการลดการใช้แก๊ส LPG ลงได้อีกด้วย

Project title	Design of Gasifier Oven For Banana Peels Fuel		
Name	Mr. Piyawut	Naka	ID. 51361285
	Mr. Metee	Palasub	ID. 51361353
	Mr. Sittipong	Injong	ID. 51364118
Project advisor	Dr. Panu Puttawong		
Major	Mechanical Engineering		
Department	Mechanical Engineering		
Academic year	2011		

.....

Abstract

The design of the gasifier oven in this project was intended for fuel from dried banana peels. The heating value of the dried banana peels was found to be 21,383.21 kJ/kg and the bulk density was 93.784 kg/m^3. This bulk density was used in the design for the volume of the oven. The fuel feeding rate was 1 kg/hr. The design approach for the oven was chose the downdraft type. The oven consist of two parts, the inner and the outer shell. The inner shell's function was a combustion chamber. There were four tubes with 1" diameter for air suction held beside the inner shell. The inner shell had a diameter of 35 cm and a height of 60 cm. At the bottom of the inner shell, there was a hole for producer gas outlet to the outside shell. The outer shell had a diameter of 45 cm and a height of 65 cm. There was a mesh at the bottom area to prevent some debris from the inner shell to fall through. The outer shell had the rectangular open for taking out the ash. At the top of the outer shell, there was a 2" diameter tube for the producer gas to flow out of the oven. At the end of this tube, there was a gas collector which was the cyclone type for cleaning up the gas before usage. The cost of construction of this oven was 8,255 Baht. The pay-off period for using this oven with dried banana peels instead of using LPG was found to be five months. The benefit of using this oven was not only reduce the household expense but also reduce the usage of LPG with came from petroleum.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากผู้มีพระคุณซึ่งให้ความช่วยเหลือ ในการวางแผนการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนการให้คำปรึกษาต่างๆ แนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างมากมาย ทางคณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ภาณุ พุทธวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน โดยได้ให้ความช่วยเหลือในการวางแผนการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงคำปรึกษาเรื่องราวต่างๆ ในการจัดทำโครงงานมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้สถานที่ วัสดุ รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการจัดทำโครงงานมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลทางด้านอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ ที่ใช้ในการทำโครงงานมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ ร้านพิษณุกลการ ที่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับเหล็กและราคา ที่ใช้ในการออกแบบ ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ นางสาวรติพรรณ บั้นบูรณ์ และนางสาวเพ็ญปวีณ์ แจ่มศักดิ์ นิสิตคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้คำปรึกษาทางด้านโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ

สุดท้ายนี้ ทางคณะผู้จัดทำโครงงาน ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนแก่ผู้ดำเนินโครงงานมาอย่างดี ซึ่งเป็นประโยชน์และคุณค่าที่เกิดจากการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาคุณแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ด้วยความเคารพเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ก
บทคัดย่อภาษาไทย ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค
กิตติกรรมประกาศ ง
สารบัญ จ
สารบัญตาราง ช
สารบัญรูป ซ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ ญ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.5 ตารางระยะเวลาการปฏิบัติงาน 3
1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน 3
1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ 3
1.8 งบประมาณ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ประโยชน์ของพลังงานชีวมวล 5
2.2 องค์ประกอบของชีวมวล 5
2.3 การแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงาน 6
2.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติค่าความร้อน 8
2.5 ชนิดของเตาแก๊สซิไฟเออร์ 14
2.6 ก๊าซที่ได้ออกมาจากเครื่องผลิตแก๊สซิไฟเออร์ 18
2.7 การแบ่งเขตในเตาแก๊สซิไฟเออร์ 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ 20

3.1 การสำรวจและเก็บข้อมูล 20

3.2 การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของเปลือกกล้วย 20

3.3 การออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์เพื่อรองรับเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย 26

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง 28

4.1 ผลการทดลองและวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณสมบัติของเปลือกกล้วย 28

4.2 การออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ 30

4.3 แบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลลง (Downdraft gasifier) 32

4.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ 35

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 36

5.1 บทสรุป 36

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 37

บรรณานุกรม 38

ภาคผนวก ก. การคำนวณ 39

ภาคผนวก ข. แบบแปลนเตาแก๊สซิไฟเออร์ 46

ภาคผนวก ค. ตารางที่ใช้ในการคำนวณ 52

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน 56

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ศักยภาพทางพลังงานชีวมวลในประเทศไทยปี 2550 7

ตารางที่ 2.2 แสดงพื้นที่การเพาะปลูกและผลผลิตกล้วยน้ำว้า 10

ตารางที่ 2.3แสดงจานวนแหล่งแปรรูปและกาลังผลิตของแหล่งแปรรูป 11

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบน้าหนักเปลือกกล้วยก่อนตากแห้งกับหลังตากแห้ง 27

ตารางที่ 4.2 น้าหนักของเปลือกกล้วยในกล่องลูกบาศก์ 29

ตารางที่ ก.1 น้าหนักของเปลือกกล้วยในกล่องลูกบาศก์ 42

ตารางที่ ค.1 ค่าอุณหภูมิ ณ วันเวลาที่ใช้ในการตากเปลือกกล้วย 52

ตารางที่ ค.2 ค่าความร้อนของเปลือกกล้วยที่ได้จากเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางความ 53

ตารางที่ ค.3 ราคาแก๊ส LPG ที่ขนาดและบริษัทผู้ผลิต 54

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างของเตาผลิตแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลขึ้น 14
รูปที่ 2.2 ลักษณะโครงสร้างของเตาผลิตแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลลง 16
รูปที่ 2.3 ลักษณะโครงสร้างของผลิตแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลตัดขวาง 16
รูปที่ 2.4 ลักษณะโครงสร้างของเตาผลิตก๊าซแบบฟลูอิดไดซ์เบด 17
รูปที่ 3.1 เปลือกกล้วยที่ตากจานวน 3 วัน 21
รูปที่ 3.2 เปลือกกล้วยที่ตากจานวน 4 วัน 21
รูปที่ 3.3 เปลือกกล้วยที่ตากจานวน 5 วัน 22
รูปที่ 3.4 เปลือกกล้วยอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง 22
รูปที่ 3.5 เปลือกกล้วยที่ได้ทาการบด 23
รูปที่ 3.6 ตัดลวดฟิวส์ยาว 10 เซนติเมตร 23
รูปที่ 3.7 การประกอบลูกบอมบ์ 24
รูปที่ 3.8 อัดออกซิเจนเข้าไปในลูกบอมบ์ 24
รูปที่ 3.9 นำบอมบ์ไปวางในถังบรรจุบอมบ์แคลอริมิเตอร์ 24
รูปที่ 3.10 เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน (Bomb calorimeter) 25
รูปที่ 3.11 ขั้นตอนในการหาค่าความหนาแน่น 26
รูปที่ 3.12 เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลลงที่ได้ออกแบบ (3D) 27
รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบค่าความร้อนเฉลี่ยจากเปลือกกล้วยชนิดต่างๆ 29
รูปที่ 4.2 เตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นถังนอกและชั้นถังในที่ออกแบบขึ้นมา 32
รูปที่ 4.3 รูปแบบเตาชั้นนอก 33
รูปที่ 4.4 รูปแบบเตาชั้นในและฝาปิด 33
รูปที่ 4.5 ด้านในของเตาชั้นนอกและตะแกรงกันเชื้อเพลิง 34
รูปที่ 4.6 ด้านในของเตาชั้นใน 34
รูปที่ 4.7 ช่องกาจัดเถ้าถ่านและตะแกรง 34
รูปที่ ข.1 แสดงรูปลักษณะของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นนอก 47
รูปที่ ข.2 ลักษณะภายในของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นนอก 47

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ข.3 ลักษณะการวางตัวของตะแกรงที่ภายในเตาแก๊สซิไฟเออร์	47
รูปที่ ข.4 ลักษณะภายนอกของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นใน	48
รูปที่ ข.5 ลักษณะภายในของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นใน	48
รูปที่ ข.6 ลักษณะบริเวณข้างใต้ของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นใน	48
รูปที่ ข.7 ลักษณะของเตาเมื่อประกอบเข้าด้วยกัน	49
รูปที่ ข.8 เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ออกแบบ	49

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

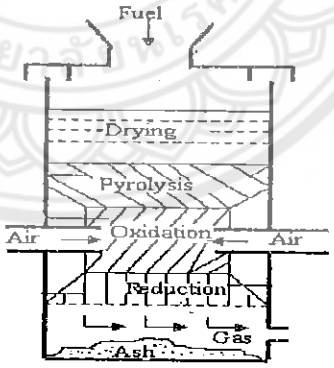
		หน่วย
Q	ค่าความร้อน	MJ/kg
A	พื้นที่หน้าตัดขวาง	mm^2
r	ความยาวรัศมี	m
m	น้ำหนักของเปลือกกล้วย	kg
ρ	ความหนาแน่นของวัตถุ	kg/m^3
V	ปริมาตรของวัตถุ	m^3
ΔT	ความแตกต่างของอุณหภูมิ	K
L	ความหนาของผนัง	m
k	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน	$W/m \cdot K$
h	ประสิทธิภาพการพาความร้อน	$W/m^2 \cdot K$
σ	Stefan-Boltzmann constant	$W/m^2 \cdot K^4$
ε	สัมประสิทธิ์การแผ่รังสี	-
α	สัมประสิทธิ์การดูดกลืน	-

บทที่1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การใช้พลังงานขั้นต้นในปัจจุบันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง พลังงานขั้นต้นได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ น้ำ และถ่านหิน ซึ่งล้วนแล้วมีปริมาณที่จำกัดและเหลือน้อยในปัจจุบัน ในส่วนของประเทศไทยเราต้องซื้อเชื้อเพลิงในปริมาณมากจากต่างประเทศ เนื่องจากการบริโภคมากขึ้น ในขณะที่การผลิตพลังงานใหม่ๆลดลง เกิดปัญหาราคาเชื้อเพลิงสูงขึ้น เกิดการแย่งชิงและสงครามเชื้อเพลิงอย่างเช่นในปัจจุบัน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาแหล่งพลังงานอื่นๆ มาทดแทน ทางเลือกหนึ่งที่สามารถทำได้และเหมาะสมกับประเทศไทยก็ คือ การนำพลังงานชีวมวล (Biomass Energy) มาใช้ให้เกิดประโยชน์เนื่องจากเป็นพลังงานที่ได้จากพืชชนิดต่างๆ เช่น ถ่านไม้ แกลบ หรือในรูปของเศษวัสดุเหลือทางงการเกษตร ซึ่งเป็นทรัพยากรภายในประเทศที่สามารถหาได้ง่าย เมื่อนำมาเผาในเตาแก๊สซิไฟเออร์ (Gasifier) จะได้แก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) และมีเทน (CH_4) ซึ่งเป็นแก๊สเชื้อเพลิง สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันได้



รูปที่ 1.1 กระบวนการทำงานของเตาแก๊สซิไฟเออร์ (Gasifier)

ซึ่งทางคณะผู้จัดทำโครงงานวิจัย ได้ศึกษาโครงงาน เรื่องความเป็นไปได้ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงเขียวจากเปลือกกล้วย และพบว่าเปลือกกล้วยสามารถหามาผลิตเป็นเชื้อเพลิงได้ง่าย เพราะเปลือกกล้วยที่เหลือจากการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มีจำนวนมาก ทำให้กลุ่มของผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติค่าความร้อนของเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ (Gasifier) ที่ตอบสนองความต้องการในการใช้ความร้อนที่ได้จากพลังชีวมวลใช้คุ้มค่ามากที่สุด เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีให้เกิดประโยชน์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวลจากเปลือกกล้วยตากแห้ง

1.2.2 ศึกษาชนิดของเตาแก๊สซิไฟเออร์ แบบต่างๆ 4 แบบ ได้แก่ แบบไหลขึ้น แบบไหลลง แบบไหลตัดขวาง แบบฟลูอิดไดซ์เบด

1.2.3 ออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ เพื่อใช้ในการรองรับเชื้อเพลิงชีวมวลจากเปลือกกล้วยตากแห้ง

1.2.4 เพื่อนำเปลือกกล้วยที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาหาค่าความร้อนของเปลือกกล้วยตากแห้ง

1.3.2 ออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์เพื่อรองรับเชื้อเพลิงชีวมวลจากเปลือกกล้วยตากแห้ง

1.3.3 วิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบเตาแก๊สซิไฟเออร์กับเตาที่ใช้แก๊ส LPG

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ลดการใช้แก๊ส LPG โดยหันมาใช้พลังงานชีวมวล

1.4.2 ความร้อนที่ได้จากการออกแบบเตาสามารถนำไปใช้ได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

1.4.3 การนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าที่สุด

1.4.4 สามารถนำแบบที่สร้างไปใช้สร้างเตาแก๊สซิไฟเออร์ ได้จริง

1.5 ตารางระยะเวลาการปฏิบัติงาน

รายการการปฏิบัติงาน	2553							2554	
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค	ม.ค.	ก.พ.
รวมกลุ่มหาหัวข้อ Project ที่สนใจ	■								
ศึกษาหาข้อมูลชนิดของเตาแก๊สซิไฟเออร์		■	■						
ศึกษาหาข้อมูลค่าความร้อนของเปลือกกล้วยอัดแท่ง			■						
นำข้อมูลค่าความร้อนมาวิเคราะห์การออกแบบ				■					
ทำการออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์					■	■			
ตรวจสอบการออกแบบ							■		
แก้ไขและปรับปรุงแบบ								■	
สรุปผล									■

1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน

บริเวณใต้ตึกอาคาร IE คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 อุปกรณ์ที่ใช้

1.7.1 เครื่องวัดค่าความร้อน (BombCalorimeter)

1.7.2 คอมพิวเตอร์ ที่มีโปรแกรม Auto CAD 2010 , Google SketchUp

1.7.3 เปลือกกล้วยตากแห้ง

1.8 งบประมาณ

1.8.1 ค่ากระดาษพิมพ์		500	บาท
1.8.2 ค่าถ่ายเอกสาร		400	บาท
1.8.3 ค่าหมึกพิมพ์		500	บาท
1.8.4 ค่าซื้อเปลือกกล้วย		100	บาท
1.8.5 ค่าจัดทำรูปเล่ม		1500	บาท
	รวมเป็นเงิน	3000	บาท

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2

ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

ชีวมวล (Biomass) คือวัสดุหรือสารอินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติ และสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น พืชต่างๆ และหรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร

2.1 ประโยชน์ของพลังงานชีวมวล

2.1.1 เศรษฐกิจชุมชนจะเจริญเติบโตเนื่องจากใช้ชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิง สามารถลดต้นทุนการผลิต และช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องในท้องถิ่น จะเป็นการช่วยสร้างงานในพื้นที่นั้นๆ และก่อให้เกิดรายได้กับชุมชนผ่านทางภาษีท้องที่

2.1.2 เกษตรกรจะมีรายได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากสามารถขายได้ทั้งผลผลิตการเกษตร และเศษวัสดุการเกษตรที่เคยทิ้ง จะกลับมามีราคาขายได้

2.1.3 เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกใหม่ที่ใช้แทนเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล ในการผลิตพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.1.4 ความมั่นคงในการผลิตพลังงานของประเทศจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากผลผลิตและเศษวัสดุเหลือทิ้งจากเกษตรภายในประเทศมีมากเพียงพอที่จะนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในปัจจุบัน

2.2 องค์ประกอบของชีวมวล

องค์ประกอบของชีวมวลทั่วไปจะแบ่งออกเป็นสี่ส่วนหลัก คือ

2.2.1 ความชื้น (Moisture)

ความชื้น หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในชีวมวลส่วนมากจะมีความชื้นค่อนข้างสูง เพราะเป็นผลผลิตทางการเกษตร ถ้าต้องการนำชีวมวลเป็นพลังงานโดยการเผาไหม้ ควรมีความชื้นไม่เกิน 50 %

2.2.2 คาร์บอนคงที่ (Fixed Carbon)

เป็นส่วนที่เสถียรของโครงสร้างโมเลกุลของชีวมวลประกอบด้วยคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ ชีวมวลที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำหรือน้อยจะสันดาปได้ไม่ดี มีอุณหภูมิจุดติดไฟต่ำ ความรวดเร็วในการติดไฟช้าเนื่องจากจะมีความชื้นมาก

2.2.3 สารระเหย (Volatile Matter)

Volatile Matter คือ ส่วนที่ลุกเผาไหม้ได้ง่าย ดังนั้น ชีวมวลใดที่มีค่า Volatile Matter สูง แสดงว่าติดไฟได้ง่าย

2.2.4 ขี้เถ้า (Ash)

ขี้เถ้าเป็นส่วนประกอบอนินทรีย์ที่มีอยู่เดิมในชีวมวลที่ถูกออกซิไดส์สมบูรณ์ ชีวมวลส่วนใหญ่จะมีขี้เถ้าประมาณ 1-3 % ยกเว้นแกลบและฟางข้าว จะมีสัดส่วนขี้เถ้าประมาณ 10-20 % ซึ่งจะมีปัญหาในการเผาไหม้

2.3 การแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงาน

การแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงานทำได้หลายวิธีดังนี้

2.3.1 การเผาไหม้โดยตรง (Combustion)

เมื่อนำชีวมวลมาเผาจะได้ความร้อนออกมาตามค่าความร้อนของชนิดชีวมวล ความร้อนที่ได้จากการเผาสามารถนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีอุณภูมิและความดันสูง ไอน้ำนี้จะถูกนำไปขับกังหันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไป ตัวอย่างชีวมวลประเภทนี้คือเศษวัสดุทางการเกษตรและเศษไม้

2.3.2 การผลิตแก๊ส (Gasification)

เป็นกระบวนการเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งหรือชีวมวลให้เป็นแก๊สเชื้อเพลิงเรียกว่าแก๊สชีวภาพ (Biogas) มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทน ไฮโดรเจนและคาร์บอนมอนนอกไซด์ สามารถนำไปใช้กับกังหันแก๊ส (Gas Turbine)

2.3.3 การหมัก (Fermentation)

เป็นการนำชีวมวลมาหมักด้วยแบคทีเรียในสภาวะไร้อากาศชีวมวลจะถูกย่อยสลายและแตกตัวเกิดแก๊สชีวภาพ (Biogas) ที่มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทนที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สำหรับผลิตไฟฟ้า

2.3.4 การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากพืชมีกระบวนการที่ใช้ผลิตดังนี้

2.3.4.1 กระบวนการทางชีวภาพทำการย่อยสลายแป้งน้ำตาลและเซลลูโลสจากพืชทางการเกษตรเช่นอ้อยมันสำปะหลังให้เป็นเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในเครื่องยนต์เบนซิน

2.3.4.2 กระบวนการทางฟิสิกส์และเคมีโดยสกัดน้ำมันออกจากพืชน้ำมันจากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปผ่านกระบวนการทางเคมีเช่นทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชั่น (Transesterification) เพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซล

2.3.4.3 กระบวนการใช้ความร้อนสูงเช่นกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) เมื่อวัสดุทางการเกษตรได้รับความร้อนสูงในสภาพไร้ออกซิเจนจะเกิดการสลายตัวเกิดเป็นเชื้อเพลิงในรูปของเหลวและแก๊สผสมกัน

2.3.4.3.1 ไพโรไลซิส (Pyrolysis)

เป็นกระบวนการย่อยสลายชีวมวลโดยใช้ความร้อนในที่ที่มีอากาศจำกัด (Destructive Distillation) อุณหภูมิและความดันที่ใช้ในกระบวนการไพโรไลซิสจะต่ำกว่ากระบวนการผลิตก๊าซชีวมวล (Gasification) ผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิความดันปริมาณความชื้นและส่วนประกอบของชีวมวลโดยทั่วไปผลผลิตหลักที่ได้คือถ่าน (Charcoal) ผลผลิตรองที่ได้คือน้ำมันไพโรไลติก (Pyrolytic oil) เมทานอล กรดน้ำส้มและผลิตภัณฑ์ที่เป็นก๊าซ ซึ่งก๊าซที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอบชีวมวลที่จะใช้เผาไหม้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการได้

โดยปกติการเผาถ่านที่กระทำกันอยู่คือกระบวนการไพโรไลซิสแต่เนื่องจากลักษณะของเตาที่ใช้เผาและการเก็บผลผลิตเพียงแค่ถ่านทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการเผาถ่านต่ำ พลังงานที่ได้จากถ่านจะได้เพียงร้อยละ 20 ของพลังงานทั้งหมดที่มีอยู่เดิมในชีวมวล USAID (United States Agency for International Development) ได้ทดลองตั้งสถานีเผาถ่านในประเทศกานาโดยใช้เทคโนโลยีทางไพโรไลซิสที่สามารถเก็บผลิตภัณฑ์รอง อาทิก๊าซต่างๆกลับมาใช้ได้อีก ปรากฏว่าโดยวิธีนี้จะสามารถได้พลังงานทั้งหมดร้อยละ 80 ของพลังงานเดิมที่มีในชีวมวลนั้น

ตารางที่ 2.1 ศักยภาพทางพลังงานชีวมวลในประเทศไทย ปี 2550

ประเภทของชีวมวล	วัสดุที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง	ค่าความร้อน (MJ/kg)
อ้อย	- ชานอ้อย	16.21
	- ใบและยอด	16.15
ข้าว	- แกลบ	13.98
	- ฟางข้าว	14.35
ข้าวโพด	- ซังข้าวโพด	16.12
	- ใบ	15.05
มันสำปะหลัง	- เหง้ามันสำปะหลัง	14.56

(ที่มา : สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (2551) พลังงานกู้โลกร้อน เชื้อเพลิงทางเลือกทางรอดประเทศไทย. หน้า 40)

จากตารางที่ 2.1 ศักยภาพทางพลังงานชีวมวลในประเทศไทย ปี 2550 จะพบว่า อ้อยจะมีค่าความร้อนมากที่สุด รองลงมาเป็นข้าวโพด มันสำปะหลังและข้าวตามลำดับ

2.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติค่าความร้อน

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีการเพาะปลูก และนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากรับประทานง่าย มีราคาถูก และอุดมด้วยคุณค่าทางอาหาร แหล่งเพาะปลูกกล้วยที่สำคัญของโลก อยู่ในประเทศแถบเอเชีย มีปริมาณการผลิตกล้วยรวมกันมากถึงครึ่งหนึ่งของผลผลิตกล้วยทั้งหมดของโลก ประเทศที่ผลิตกล้วยมากที่สุด คือ อินเดีย รองลงมาได้แก่ ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย ไทย จีน และเวียดนาม สำหรับแหล่งเพาะปลูกกล้วยในประเทศไทยกระจายอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ ปัจจุบันรัฐบาลเล็งเห็นถึงศักยภาพของการเพาะปลูกและส่งออกด้วย จึงช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรหันมาปลูกกล้วยเพื่อส่งออกมากขึ้น

การจำหน่ายทั้งกล้วยสดและผลิตภัณฑ์กล้วย ส่วนใหญ่มีการแปรรูปกล้วยในอุตสาหกรรมอาหารและยา ซึ่งเราสามารถแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าของกล้วย กลุ่มภาคเหนือตอนล่างมีการปลูกกล้วยเพื่อการค้าเป็นจำนวนมาก โดยพันธุ์กล้วยที่นิยมปลูกส่วนใหญ่ คือ กล้วยไข่และกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่จำหน่ายในรูปกล้วยผลสด ส่วนกล้วยน้ำว้าจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยในรูปแบบต่างๆ เพื่อส่งจำหน่ายในตลาดต่อไป

กล้วย เป็นไม้ผล ลำต้น เกิดจากกาบหุ้มซ้อนกัน สูงประมาณ 2–5 m ใบเป็นใบเดี่ยว เกิดกระจายส่วนปลายของลำต้นเวียนสลับซ้ายขวาต่างระนาบกัน ก้านใบยาว แผ่นใบกว้าง เส้นของใบขนานกัน ปลายใบมน มีติ่ง ผิวใบเรียบลื่น ใบมีสีเขียวด้านล่างมีไขนวลหรือแป้งปกคลุม เส้นและขอบใบเรียบ ขนาดและความยาวของใบขึ้นอยู่กับ แต่ละพันธุ์ ดอก เป็นดอกห้อยลงมายาวประมาณ 60–130 cm ซึ่งเรียกว่าหัวปลี ตามซอกจะมีกาบหุ้มสีแดงเป็นรูปกลมรี ยาว 15–30 cm ช่อดอกมีเจริญก็จะกลายเป็นผล ผล เป็นผลสดจะประกอบด้วยหวีกล้วย เครือละ 7–8 หวี แต่ละหวีมีกล้วยอยู่ประมาณ 10 กว่าลูก ขนาดและสีของกล้วยจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของแต่ละพันธุ์ บางชนิดมีผลสีเขียว,เหลือง,แดง แต่ละต้นให้ผลครั้งเดียวเท่านั้น เมล็ด มีลักษณะกลมขรุขระ เปลือกหุ้มเมล็ดมีสีดำ หนาเหนียวเนื้อในเมล็ดมีสีขาว ขยายพันธุ์ ด้วยการแยกหน่อ หรือแยกเหง้า มีรสชาติฝาด

2.4.1 พื้นที่เพาะปลูกกล้วย

โดยจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นพบว่า กลุ่มที่มีการปลูกกล้วยมากที่สุดของภาคเหนือตอนล่าง 2 จังหวัด คือ สุโขทัย และพิษณุโลก

2.4.1.1 จังหวัดสุโขทัย อำเภอที่ปลูกกล้วยเพื่อจำหน่ายมี 2 อำเภอ ดังนี้

อำเภอกงไกรลาศ เกษตรกรมีการลดปริมาณการปลูกกล้วยน้ำว้า ซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นเรื่องของการแปรรูปเป็นกล้วยอบเนยเพื่อการจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ มีกลุ่มเกษตรกรที่ทำการแปรรูปหลายกลุ่ม มีพ่อค้าต่างชาติเข้ามารับซื้อเพื่อส่งออกจำหน่ายสู่ประเทศจีน โดยการบรรทุกใส่ตู้คอนเทรนเนอร์ ซึ่งมีการส่งออกไปยังประเทศจีนเป็นเวลา 2–3 ปีแล้ว ผู้ประกอบการบางรายมีความสามารถในการหาตลาดเอง เช่น เจ้กิมล้าน ปัจจุบันส่งออกไปยัง ประเทศมาเลเซียหรือสิงคโปร์ กลุ่มเกษตรกรแปรรูปรายอื่นๆ ส่งผลิตภัณฑ์จำหน่ายที่ตลาดสี่มุมเมือง หรือบางรายส่งจำหน่ายที่ภาคอีสาน

2.4.1.2 **จังหวัดพิษณุโลก** อำเภอที่ปลูกกล้วยเพื่อจำหน่ายมี 2 อำเภอ ดังนี้

อำเภอชาติตระการ เกษตรกรปลูกกล้วยน้ำว้า ซึ่งมีพื้นที่ปลูก 700–1,000 ไร่ โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ที่ตำบลท่าสะแก การจำหน่ายกล้วยมี 2 รูปแบบ จำหน่ายกล้วยสดโดยผ่านพ่อค้าคนกลางเพื่อไปจำหน่ายต่อที่ตลาดไท

อำเภอบางกระทุ่ม เกษตรกรปลูกกล้วยน้ำว้ามาเป็นเวลานาน มีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 2,900 ไร่ ผลผลิตโดยเฉลี่ยประมาณ 1.35 ตัน/ไร่ ช่องทางการจำหน่ายหลัก คือ จำหน่ายให้โรงงานแปรรูปในท้องถิ่นซึ่งมีหลายโรงงาน และจำหน่ายผ่านพ่อค้าคนกลาง โดยปัจจุบันมีพ่อค้าคนกลาง 2 ราย จากจังหวัดพิจิตร รับซื้อเพื่อทำกล้วยตาก หรือกล้วยเคลือบน้ำตาล กล้วยอบน้ำผึ้ง

จากตารางที่ 2.2 จะสังเกตเห็นได้ว่า ผลผลิตกล้วยน้ำว้าที่เกษตรกรปลูกได้มากที่สุดเป็นพื้นที่ของ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย รองลงมาเป็นอำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย และอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ตามลำดับ

จากตารางที่ 2.3 จะสังเกตเห็นได้ว่า กำลังการผลิตของแหล่งแปรรูปกล้วยน้ำว้าที่มากที่สุดได้แก่ กล้วยตากไทไท รองลงมาเป็น โรงงานกล้วยตากแม่ตะเพียน กลุ่มกล้วยกวนบ้านท่าชัยลานสินค้าชุมชน และกล้วยตากจิราพร ตามลำดับ

ตารางที่ 2.2 พื้นที่การเพาะปลูกและผลผลิตกล้วยน้ำว้า

ลำดับที่	พื้นที่ในการปลูกกล้วยน้ำว้า	ผลผลิตกล้วยน้ำว้าที่เกษตรกรปลูกได้ (ตัน/สัปดาห์)
1	อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก	7.46
2	อำเภอวังทองจังหวัดพิษณุโลก	4.73
3	อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก	20.53
4	อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก	3.4
5	อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	138.13
6	อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก	34.29
7	อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก	1.37
8	อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก	2.95
9	อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก	0.8
10	อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร	43.27
11	อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร	3
12	อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร	1.5
13	อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร	3.56
14	อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร	32.28
15	อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร	14.95
16	อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร	2.93
17	อำเภอสากเหล็ก จังหวัดพิจิตร	2.35
18	อำเภอบึงนาราง จังหวัดพิจิตร	65.77
19	อำเภอดงเจริญ จังหวัดพิจิตร	2.5
20	อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย	1.82
21	อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย	2.78
22	อำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย	54.13
23	อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย	150.13
24	อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย	220.58
25	อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย	1.65
26	อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย	5.45

ตารางที่ 2.3 จำนวนแหล่งแปรรูปและกำลังผลิตของแหล่งแปรรูป

ลำดับที่	แหล่งแปรรูปกล้วยน้ำว้า	กำลังการผลิตของแหล่งแปรรูป (ตัน/สัปดาห์)
1	กลุ่มแม่บ้านเกษตรวัดจันทร์	2.45
2	กลุ่มแม่บ้านขอนสองสลึง	1.2
3	กลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านกรับพวงกลาง	0.84
4	กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านบางกระน้อย	4.5
5	กลุ่มแม่บ้านตะโม่สร้างสรรค์	21
6	แม่โสมกล้วยตาก	3
7	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเกาะคู	1
8	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรไผ่ล้อม	2.1
9	กลุ่มแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร	0.35
10	โรงงานกล้วยตากแม่ตะเพียน	98
11	กลุ่มอาชีพกล้วยกวนสี่รส	2.2
12	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรสระประทุมร่วมใจ	1.75
13	กลุ่มส่งเสริมอาชีพบ้านดงป่าคำใต้	2.8
14	กลุ่มอาชีพกล้วยแปรรูป กล้วยทอดกรอบ	0.7
15	กลุ่มกล้วยกวนบ้านท่าชัยลานสินค้าชุมชน	49
16	กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยกวนย้อนยุค	0.35
17	กลุ่มแม่บ้านเกษตรแสนสุข	1.4
18	กลุ่มอาชีพกล้วยอบเนยบ้านกร่าง	1.75
19	กล้วยทอด(อบเนย) สมคมล	7
20	กลุ่มอาชีพกล้วยอบเนยศรีนวล	3.5
21	กลุ่มอาชีพกล้วยอบเนยบ้านหนองจิก	10.5
22	กลุ่มสตรีทำกล้วยอบบ้านคุกเหนือ	7
23	ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ 2/1 หนองตูม	9
24	กล้วยตากไทไท	250
25	กล้วยตากจิราพร	35

2.4.2 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเปลือกกล้วย

2.4.2.1 ปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงเปลือกกล้วย

ความชื้นเป็นตัวบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงและปริมาณน้ำที่สูญเสียออกไปเมื่อตากแดดหรือนำไปอบ เมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกกล้วยก่อนตากแดด แสดงได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ m_1 คือ น้ำหนักเปลือกกล้วยก่อนตากแดดหรืออบ (kg)

m_2 คือ น้ำหนักเปลือกกล้วยหลังตากแดดหรืออบ (kg)

2.4.2.2 ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงเปลือกกล้วย

เป็นการวัดมวลต่อหน่วยปริมาตร ยิ่งวัตถุมีความหนาแน่นมากขึ้น มวลต่อหน่วยปริมาตรก็ยิ่งมากขึ้น กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือวัตถุที่มีความหนาแน่นสูง จะมีปริมาตรน้อยกว่าวัตถุที่มีความหนาแน่นต่ำ ที่มวลเท่ากัน

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของวัตถุ (kg/m^3)

m คือ มวลรวมของวัตถุ (kg)

V คือ ปริมาตรรวมของวัตถุ (m^3)

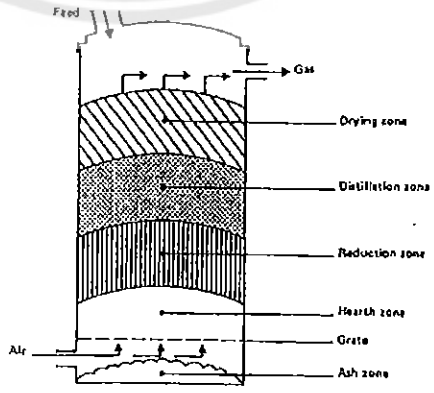
2.5 ชนิดของเตาแก๊สซิไฟเออร์

เตาผลิตแก๊สซิไฟเออร์แบ่งออกเป็น 4 เขตใหญ่ๆ การออกแบบเตาผลิตก๊าซจากชีวมวลโดยการจัดเขตต่างๆเหล่านี้ให้แตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสมของการใช้งาน วัตถุดิบที่ใช้และคุณสมบัติของก๊าซที่ได้ สามารถแบ่งเตาผลิตก๊าซชีวมวลออกเป็น 4 แบบ คือแบบไหลขึ้น แบบไหลลง แบบไหลตัด และแบบฟลูอิดไดซ์เบด

การเคลื่อนตัวของวัตถุดิบ อากาศ ก๊าซ การกระจายของอุณหภูมิ ขนาดจำกัดของวัตถุดิบและความชื้นของวัตถุดิบที่เหมาะสม มีส่วนเกี่ยวข้องในการเลือกชนิดของเครื่องผลิตก๊าซเหล่านี้

2.5.1 เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลขึ้น (Updraft gasifier)

เตาประเภทนี้เป็นเตาเผาที่ผลิตใช้เริ่มแรกและเป็นแบบง่ายที่สุดเชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนของเตาและอากาศจะถูกส่งผ่านตะแกรงเข้ามาทางด้านล่าง บริเวณเหนือตะแกรงขึ้นไปจะมีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงขึ้นซึ่งเราเรียกบริเวณส่วนนี้ว่าโซนสันดาป (Combustion zone) หรือ ฮาร์ทโซน (Hearth zone) เมื่ออากาศผ่านเข้าไปบริเวณโซนสันดาปจะเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ก๊าซร้อนที่ผ่านจากโซนเผาไหม้จะมีอุณหภูมิสูงและจะถูกส่งผ่านไปยังโซนรีดักชันซึ่งเป็นโซนที่มีปริมาณของคาร์บอนมากเพียงพอที่จะเกิดปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำเกิดเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจน หลังจากนั้นก๊าซที่ได้จะไหลเข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในชั้นของชีวมวลและกลั่นสลายในช่วงอุณหภูมิ 200-500°C หลังจากนั้นก๊าซจะไหลเข้าสู่ชั้นของชีวมวลที่ชื้นเนื่องจากก๊าซยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่จึงไประเหยน้ำที่อยู่ในชีวมวลเหล่านั้นทำให้ก๊าซที่ออกจากเตาเผาชีวมวลมีอุณหภูมิต่ำลง

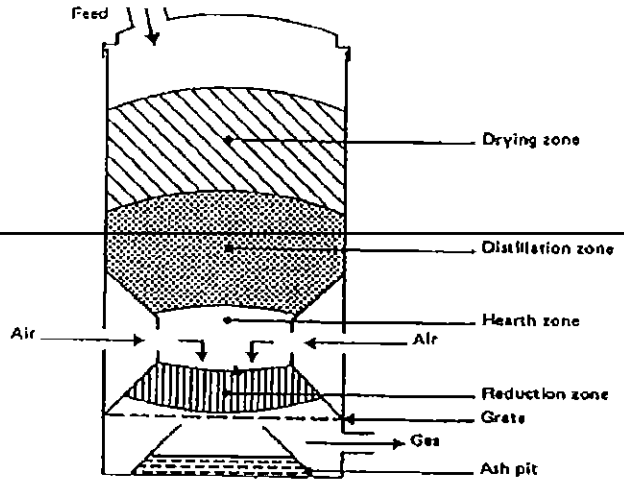


รูปที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างของเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลขึ้น

เตาเผาประเภทนี้จะไม่ซับซ้อน มีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงมากและก๊าซชีวมวลที่ได้มีอุณหภูมิไม่สูงนักแต่มีข้อจำกัดคือก๊าซที่ผลิตได้จะมีสารเคมีประเภทน้ำมันและน้ำมันดินเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในโซนไพโรไลซิส (distillation zone) และจะกลั่นตัวเมื่ออยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าดังนั้นก๊าซที่ได้จากเตาเผาประเภทนี้จึงเหมาะกับการนำไปใช้สำหรับหม้อน้ำหรือการอบแห้งวัสดุทางเกษตรซึ่งก๊าซที่ได้จะผสมกับอากาศและทำการเผาไหม้โดยตรงในห้องเผาไหม้เพื่อให้ความร้อนในกระบวนการที่ใช้ความร้อนต่อไป

2.5.2 เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลลง (Downdraft gasifier)

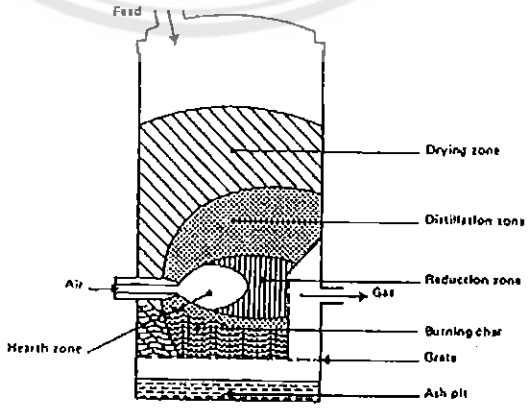
เตาประเภทนี้ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อที่จะขจัดน้ำมันดินที่มีอยู่ภายในเชื้อเพลิงแข็งโดยเฉพาะอากาศจะถูกส่งจากด้านบนสู่ด้านล่างของเตาเผา ผ่านกลุ่มของหัวฉีดซึ่งเรียกว่า Tuyers บริเวณหัวฉีดจะเป็นบริเวณของโซนสันดาป ก๊าซที่ได้จากโซนสันดาปจะถูก Reduced ในขณะที่ไหลลงสู่ด้านล่างและผ่านชั้นของคาร์บอนที่ร้อนซึ่งอยู่เหนือตะแกรงเล็กน้อย ขณะเดียวกันในชั้นของชีวมวลที่อยู่ทางด้านบนของโซนสันดาปจะมีปริมาณออกซิเจนน้อยมากทำให้เกิดการกลั่นสลายและไอของน้ำมันดินที่เกิดจากการกลั่นสลายจะไหลผ่านชั้นของคาร์บอนที่ร้อนทำให้น้ำมันดินเกิดการแตกตัวเป็นก๊าซซึ่งการแตกตัวนี้จะเกิดที่อุณหภูมิคงที่ในช่วงระหว่าง 800-1,000°C ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 1,000°C ปฏิกิริยาดูดความร้อนจะทำให้ก๊าซที่ได้มีอุณหภูมิต่ำลง แต่ถ้าต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิดังกล่าวปฏิกิริยาคายความร้อนจะทำให้ก๊าซที่ได้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซที่ผ่านโซนสันดาปจะมีส่วนประกอบของน้ำมันดินและน้ำมันซึ่งจะมีปริมาณลดลงเหลือน้อยกว่า 10% ของน้ำมันดินและน้ำมันที่ได้จากเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบไหลขึ้นและก๊าซที่ได้จะมีความสะอาดมากกว่าทำให้ใช้การกรองน้อยลง เตาผลิตก๊าซชีวมวลทั้งแบบไหลขึ้นและไหลลงจะมีความเร็วของอากาศไหลผ่านต่ำและเถ้าจะอยู่บริเวณตะแกรงดังนั้นจึงมีปริมาณเถ้าถ่านติดออกมากับก๊าซชีวมวลน้อยมาก



รูปที่ 2.2 ลักษณะโครงสร้างของเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลลง

2.5.3 เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลตัดขวาง (Cross-draft gasifier)

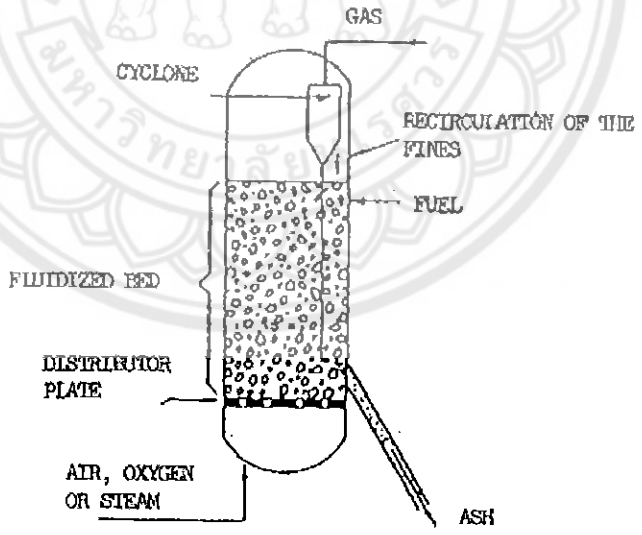
เตาประเภทนี้อากาศจะถูกจ่ายผ่านหัวฉีดซึ่งอยู่ในแนวราบดังภาพโซนสันดาปจะอยู่ถัดจากหัวฉีดออกไปและถัดออกไปจะเป็นโซนรีดักชันแล้วก๊าซชีวมวลจะออกสู่ภายนอกโดยผ่านตะแกรงซึ่งอยู่ในแนวตั้งโดยรอบบริเวณโซนสันดาปและโซนรีดักชันจะเป็นโซนไพโรไลซิสหรือ Distillation น้ำมันและน้ำมันดินที่ได้จากโซนไพโรไลซิสจะผ่านโซนรีดักชันก่อนที่จะออกไปสู่ภายนอกเตาซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำมันและน้ำมันดินเกิดการแตกตัวเป็นก๊าซก่อนที่จะออกไปสู่ภายนอกทำให้ก๊าซชีวมวลที่ได้มีปริมาณน้ำมันและน้ำมันดินต่ำเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบนี้ได้ทำการออกแบบให้สามารถใช้กับยานพาหนะเนื่องจากมีน้ำหนักเบาและมีผลตอบสนองเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงของภาระที่กระทำอยู่เชื้อเพลิงแข็งที่ควรนำมาใช้กับเตาเผาแบบนี้ควรเป็นถ่านไม้ที่มีคุณภาพสูง



รูปที่ 2.3 ลักษณะโครงสร้างของเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลตัดขวาง

2.5.4 เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidizedbed gasifier)

เตาผลิตแก๊สซิไฟเออร์จากที่กล่าวมาแล้วทั้งสามแบบข้างต้นการทำงานของกระบวนการในระบบขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาทางเคมีและสภาพทางฟิสิกส์ของเชื้อเพลิงโดยที่จะเกิดปัญหาทางด้าน Slag ที่เกิดขึ้นมากเกินไปจึงทำให้เกิดการอุดตันในเตาเผาบ่อยครั้งเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการนำเตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบดมาใช้เตาเผาแบบนี้อากาศจะไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิงแข็งเมื่อเราเพิ่มความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านสูงจนกระทั่งทำให้เชื้อเพลิงที่วางอยู่เริ่มลอยตัวขึ้นมีลักษณะคล้ายกับของไหลดังภาพในขณะที่เริ่มติดไฟนั้นเบดจะเริ่มร้อนขึ้นจนอุณหภูมิถึงจุดติดไฟของเชื้อเพลิงหลังจากนั้นเชื้อเพลิงจึงจะถูกป้อนเข้าไปอย่างสม่ำเสมอภายในเตาจะใส่วัสดุเฉื่อยเช่นทรายหรือวัสดุเร่งปฏิกิริยาได้แก่หินปูนซึ่งช่วยในการถ่ายเทความร้อนและช่วยในการทำความสะอาดก๊าซที่ได้จากเบดเตาเผาแบบนี้มีข้อดีคือการควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาสามารถทำได้ง่ายจึงสามารถรักษาอุณหภูมิให้ต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของเถ้าได้ทำให้ไม่เกิดการจับตัวของ Slag ที่เกิดขึ้นจึงสามารถใช้กับเชื้อเพลิงที่มีเถ้ามากได้แต่ข้อเสียของเตาเผาแบบนี้คือก๊าซชีวมวลที่ออกจากเตาเผาจะมีปริมาณเถ้าและฝุ่นถ่านออกมาด้วยเนื่องจากความเร็วของอากาศภายในเตาสูงจึงต้องมีการนำไซโคลน (Cyclone) หรือ Baghouse มาใช้กับระบบนี้ด้วย



รูปที่ 2.4 ลักษณะโครงสร้างของเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบฟลูอิดไดซ์เบด

2.6 ก๊าซที่ได้ออกมาจากเครื่องผลิตแก๊สซิไฟเออร์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ 3 ทางคือ

2.6.1 นำไปสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงเหลว (Syn gas) เช่นเมทานอลน้ำมันเบนซินและแอมโมเนีย

2.6.2 การใช้ก๊าซเพื่อเดินเครื่องยนต์ (Shaft-power system)

2.6.3 การใช้ก๊าซเพื่อพลังงานความร้อนหรือการนำไปใช้สร้างความร้อนโดยตรง

ในการจัดทำโครงงานครั้งนี้จะนำค่าความร้อนที่ได้ออกมาจากเตาแก๊สซิไฟเออร์ ซึ่งเป็นการสร้างความร้อนโดยตรง (Direct-heat system) โดยการนำค่าความร้อนที่ได้ไปออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลลง (Downdraft gasifier) ต่อไป

2.7 การแบ่งเขตในเตาแก๊สซิไฟเออร์

เตาแก๊สซิไฟเออร์แบ่งออกเป็น 4 เขตตามอุณหภูมิและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

2.7.1 เขตอบแห้ง (Drying zone)

ในโซนนี้ความร้อนจะลดลงมากทำให้อุณหภูมิไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการสลายตัวของสารระเหยแต่ความชื้นในเชื้อเพลิงจะถูกความร้อนทำให้ระเหยตัวออกมาในรูปของไอน้ำโซนนี้จะมีอุณหภูมิประมาณ 100–200°C ปฏิกิริยาการเกิดก๊าซเชื้อเพลิงยังไม่เด่นชัด

2.7.2 เขตไพโรไลซิส (Pyrolysis zone)

ความร้อนจากโซนรีดักชันจะแพร่เข้าสู่โซนนี้เพื่อที่จะเผาไหม้สารอินทรีย์หรือเชื้อเพลิงแข็งนั่นเองผลผลิตที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาไพโรไลซิสส่วนใหญ่เป็นของเหลว เช่น เมทานอลกรดน้ำส้มและน้ำมันดินอุณหภูมิในโซนนี้จะมีค่า 200–500°C ของแข็งที่เหลืออยู่ภายหลังจากผ่านกระบวนการนี้แล้วคือคาร์บอนในรูปของถ่านซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อในโซนรีดักชันและโซนสันดาป

2.7.3 เขตรีดักชัน (Reduction zone)

ก๊าซร้อนที่ผ่านมาจากกระบวนการแรกจะไหลผ่านมายังโซนรีดักชันซึ่งมีปฏิกิริยาหลักคือ Reduction อุณหภูมิในโซนนี้จะมีค่าระหว่าง 500–900°C ในโซนนี้จะเป็นเขตของการสังเคราะห์ก๊าซติดไฟทั้งหมดเช่นคาร์บอนมอนออกไซด์ไฮโดรเจนและมีเทนและมีการเปลี่ยนก๊าซบางส่วนที่

เผาไหม้ไม่ได้ซึ่งก็คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในโซนสันดาปให้กลายเป็นก๊าซที่สามารถเผาไหม้ได้โดยที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำที่เกิดขึ้นจะไหลผ่านคาร์บอนที่กำลังลุกไหม้อยู่ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในก๊าซชีวมวลนี้จะขึ้นอยู่กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ว่าจะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนได้มากน้อยเพียงใด

2.7.4 เขตสันดาป (Combustion zone)

อากาศจะถูกส่งเข้ามาในโซนนี้ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อากาศและเชื้อเพลิงสัมผัสกันเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างก๊าซออกซิเจนในอากาศกับคาร์บอนและไฮโดรเจนซึ่งอยู่ในเชื้อเพลิงผลของปฏิกิริยาดังกล่าวก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาดูดความร้อนในโซนรีดักชันและโซนไพโรไลซิส อุณหภูมิในโซนสันดาปจะมีค่าระหว่าง 1,100-1,500°C ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และพลังงานที่เกิดขึ้นในเขตนี้จะเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดการสังเคราะห์ก๊าซทั้งระบบ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 การสำรวจและเก็บข้อมูล

3.1.1 ศึกษาการทำงานของเตาแก๊สซิไฟเออร์ ซึ่งประกอบไปด้วย

3.1.1.1 ชนิดของเตาแก๊สซิไฟเออร์

3.1.1.2 หลักการทำงานของเตาแก๊สซิไฟเออร์

3.1.1.3 การแบ่งเขตในเตาแก๊สซิไฟเออร์

3.2 การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของเปลือกกล้วย

การทดสอบหาคุณสมบัติเบื้องต้นของเปลือกกล้วย มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะนำค่าต่างๆที่ได้จากการทดสอบไปใช้ในกระบวนการออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ ซึ่งค่าที่เราจะทดสอบได้แก่ ทดสอบหาค่าความชื้นของเปลือกกล้วยโดยการนำเปลือกกล้วยไปตากแดดและอบให้ความร้อน ทดสอบหาค่าความร้อนโดยใช้เครื่อง Bomb Calorimeter และทดสอบหาค่าความหนาแน่นมวลรวม (Bulk Density) ของเปลือกกล้วยตากแห้ง

3.2.1 การทดสอบหาค่าความชื้นของเปลือกกล้วย

อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

- เปลือกกล้วยตากแดดและอบให้ความร้อน
- เครื่อง Bomb Calorimeter
- เครื่องชั่งน้ำหนัก

นำเปลือกกล้วยมาตากและอบในระยะเวลาที่แตกต่างกัน คือ การตากจำนวน 3 วัน ตากจำนวน 4 วัน ตากจำนวน 5 วัน และอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง วิธีการทดสอบเริ่มจากชั่งน้ำหนักเปลือกกล้วยก่อนตากแดดและอบให้ความร้อน หลังจากนั้นนำเปลือกกล้วยไปตากแดด

ตั้งแต่ 9.00 น. - 17.00 น. และอบให้ความร้อนตามเวลาและอุณหภูมิที่กำหนด เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วชั่งน้ำหนักหลังการตากแดดและอบ นำน้ำหนักก่อนและหลังกระบวนการไปคำนวณหาค่าความชื้น เปลือกกล้วยที่ตากแดดและอบให้ความร้อนแสดงได้ดังรูป

รูปที่ 3.1 เปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 3 วัน

จะพบว่าเปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 3 วัน จะมีลักษณะทางกายภาพภายนอก คือ มีสีดำคล้ำผสมอยู่ในตัวเปลือกกล้วยแต่ยังมีเปลือกบางส่วนที่ยังมีสีเหลืองเข้มเล็กน้อย เมื่อจับดูจะพบว่า ช่วงบริเวณเปลือกเริ่มแห้ง ส่วนช่วงบริเวณโคนของเปลือกยังมีความชื้นอยู่

รูปที่ 3.2 เปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 4 วัน

เปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 4 วัน จะมีลักษณะทางกายภาพภายนอก คือ มีสีดำคล้ำกระจายไปทั่วของเปลือกกล้วย เมื่อจับดูจะพบว่าช่วงบริเวณเปลือกเริ่มแห้งมากกว่าของเปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 3 วัน ส่วนช่วงบริเวณโคนของเปลือกกล้วยบางเปลือกนั้นยังมีความชื้นอยู่บ้างเพียงเล็กน้อย

รูปที่ 3.3 เปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 5 วัน

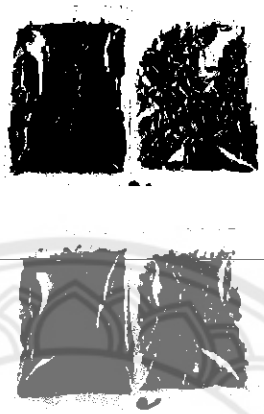
เปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 5 วัน จะมีลักษณะทางกายภาพภายนอก คือ **มีสีดำคล้ำมากที่สุด เมื่อเทียบกับการตากจำนวน 3 วัน ตากจำนวน 4 วัน และ อบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง เมื่อจับดูทั้งบริเวณเปลือกและโคนของเปลือกกล้วย พบว่าเมื่อจับมาหักดูเปลือกกล้วยนั้นแห้งและกรอบ**

รูปที่ 3.4 เปลือกกล้วยอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

เปลือกกล้วยอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จะมีลักษณะทางกายภาพภายนอก คือ มีสีดำคล้ำกระจายไปทั่วบริเวณเปลือกกล้วย แต่ยังมีสีเหลืองแทรกอยู่ในเปลือกเพียงเล็กน้อย เมื่อจับดูจะพบว่าช่วงบริเวณเปลือกจะยังมีความชื้นอยู่เพียงเล็กน้อย เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกล้วยที่ตากจำนวน 4 วัน จะมีลักษณะคล้ายกันมากที่สุด

3.2.2 การหาค่าความร้อนของเปลือกกล้วย

เมื่อได้เปลือกกล้วยที่ตากจำนวน 3 วัน ตากจำนวน 4 วัน ตากจำนวน 5 วัน และอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จะนำไปตัวอย่างของเปลือกกล้วยที่ได้ทำการบดละเอียด ไปหาค่าความร้อน โดยใช้เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน (Bomb calorimeter) โดยมีขั้นตอน ดังนี้



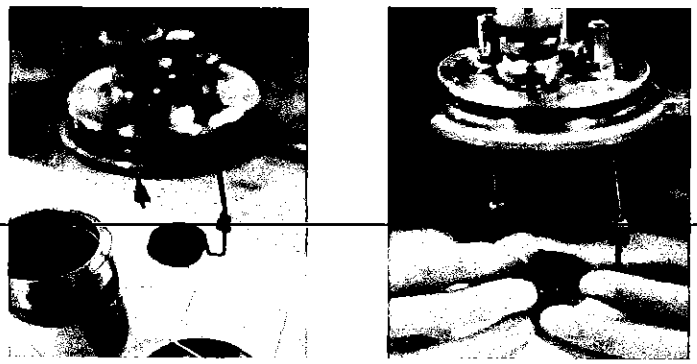
รูปที่ 3.5 เปลือกกล้วยที่ได้ทำการบด

3.2.2.1 ตัดลวดฟิวส์ (Fuse Wire) ยาว 10 cm ติดที่ปลายทั้งสองของแท่งเหล็กด้านล่างของฝาบอมบ์

รูปที่ 3.6 ตัดลวดฟิวส์ ยาว 10 cm

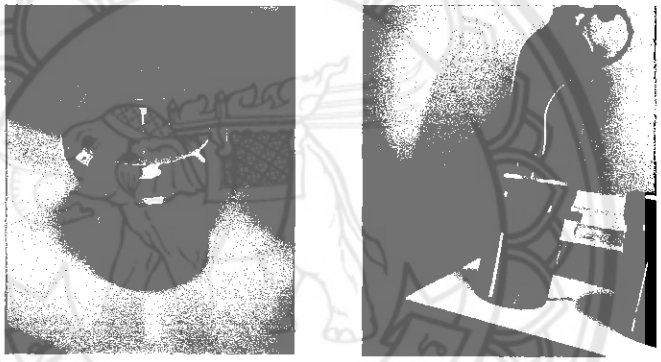
3.2.2.2 ใส่เปลือกกล้วยแห้งบดละเอียดน้ำหนักประมาณ 0.5 g ลงไปในถ้วย

3.2.2.3 วางถ้วยบนช่วงปลายเหล็กด้านฝาบอมบ์ จัดลวดฟิวส์ให้สัมผัสตัวอย่างเปลือกกล้วย โดยระวังไม่ให้ฟิวส์สัมผัสบริเวณถ้วย



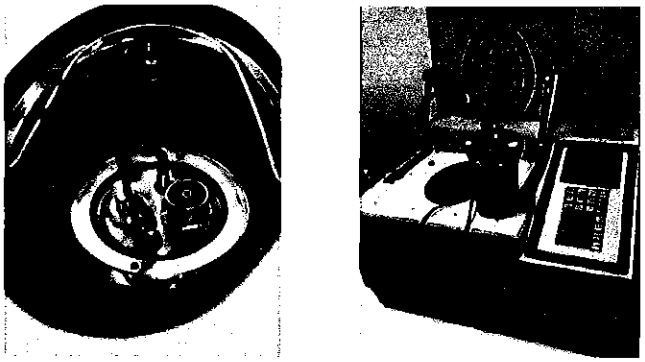
รูปที่ 3.7 การประกอบบอมบ์

3.2.2.4 ประกอบฝาบอมบ์กับตัวบอมบ์ นำไปอัดออกซิเจนให้ได้ความดันประมาณ 30 บรรยากาศ นำไปวางในถังบรรจุบอมบ์แคลอริมิเตอร์



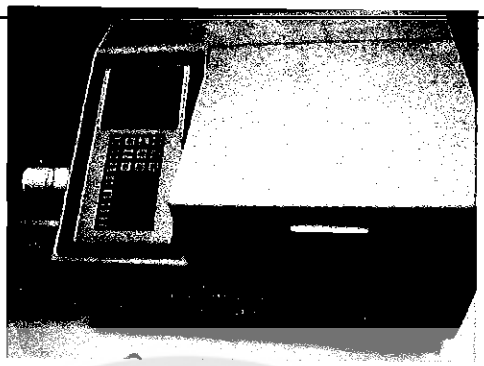
รูปที่ 3.8 อัดออกซิเจนเข้าไปในบอมบ์

3.2.2.5 ใส่น้ำประมาณ 2 ลิตรลงในถัง (Bucket) เสียบสายไฟที่ใช้ในการจุดระเบิด 2 เส้น เข้ากับตัวบอมบ์ แล้วปิดฝาเครื่อง



รูปที่ 3.9 นำบอมบ์ไปวางในถังบรรจุบอมบ์แคลอริมิเตอร์

3.2.2.6 เปิดสวิตซ์ อ่านอุณหภูมิของน้ำในถังบรรจุบอมบ์ (Bucket) กับน้ำที่อยู่ในตัวหุ้ม (Jacket) เมื่ออุณหภูมิทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน ให้กดปุ่มจุดระเบิด



รูปที่ 3.10 เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน (Bomb calorimeter) ที่ประกอบ**เสร็จเรียบร้อย**

3.2.2.7 เครื่องจะทำการคำนวณแล้วพิมพ์ค่าความร้อนของตัวอย่างออ**กมาทางเครื่องพิมพ์**

3.2.2.8 นำบอมบ์ออก หมุนวาล์วปล่อยก๊าซออกจากบอมบ์อย่างช้าๆ

3.2.2.9 ทำความสะอาดฝาบอมบ์และถ้วยบรรจุเชื้อเพลิงแห้งจากเปลือกกล้วย

3.2.2.10 ทำการทดลองตามขั้นตอนดังกล่าวกับเชื้อเพลิงที่เตรียมไว้

เมื่อทำการทดสอบหาค่าความร้อนเสร็จแล้วก็จะได้ค่าความร้อนของ**เปลือกกล้วยที่ค่าต่างๆกัน** โดยพบว่าค่าความร้อนของเปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 5 วัน จะมีค่าความ**ร้อนมากที่สุด ถัดมาจะเป็น**เปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 4 วัน และเปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 3 วัน **ส่วนเปลือกกล้วยอบที่อุณ**หภูมิ 60°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จะมีค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกับค่าความ**ร้อนของเปลือกกล้วยที่ตาก จำนวน 4 วัน**

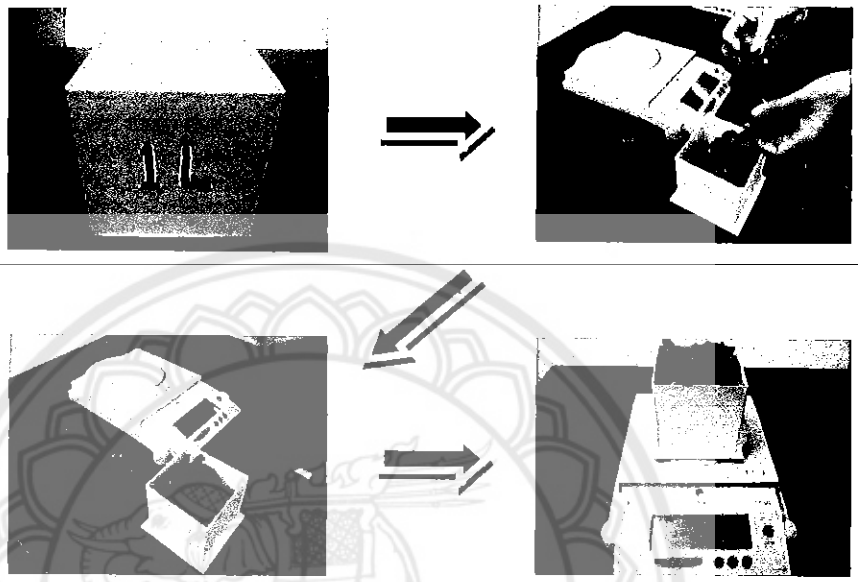
1599839
มร.
ป 6229
2554

3.2.3 การหาความหนาแน่นมวลรวมของเปลือกกล้วย (Bulk Density)

อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- กล่องลูกบาศก์ขนาด 1 ลิตร
- เปลือกกล้วยตากแห้ง

นำเปลือกกล้วยที่ตากแห้งแล้วมาทดสอบหาค่าความหนาแน่นมวลรวม โดยสร้างกล่องลูกบาศก์ที่มีขนาดความจุ 1 ลิตรขึ้นมา แล้วนำเปลือกกล้วยตากแห้งที่ได้เตรียมไว้บรรจุลงในกล่องลูกบาศก์จนเต็ม แล้วนำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักเทียบกับปริมาตร แล้วนำผลไปวิเคราะห์เพื่อหาขนาดของเตาแก๊สซิไฟเออร์

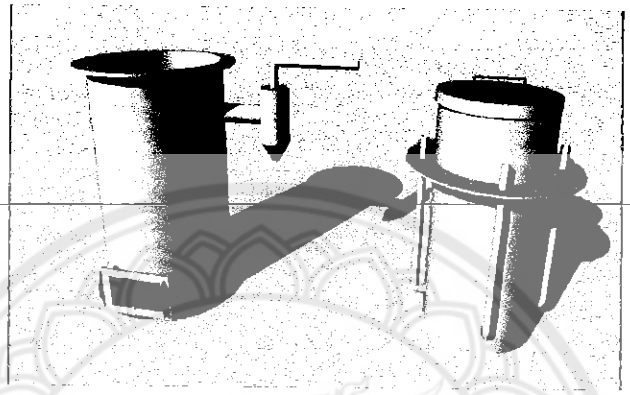


รูปที่ 3.11 ขั้นตอนในการหาค่าความหนาแน่นมวลรวม

3.3 การออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์เพื่อรองรับเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย

จากวัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการออกแบบ กำหนดให้เตาสามารถใช้งานได้อย่างต่ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมงต่อการทำอาหารหนึ่งครั้ง และสามารถรองรับเชื้อเพลิงมากที่สุดได้ไม่เกิน 5 kg โดยการออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์จะออกแบบเตาให้เป็นแบบชนิดไหลลง (Downdraft gasifier) เพราะเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลลงจะได้แก๊สร้อนที่มีความสะอาดมากกว่าเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลขึ้น เนื่องจากเตาแบบไหลลงออกแบบมาเพื่อกำจัดน้ำมันดินและเมทานอล โดยน้ำมันดินและเมทานอลจะไหลลงตามทิศทางการไหลของแก๊สร้อน ทำให้มันไหลลงมาเข้าเขตสันดาปเกิดการแตกตัวกลายเป็นแก๊สร้อน ทำให้แก๊สที่ได้มีความสะอาดไม่มีน้ำมันดินและเมทานอลผสมอยู่ อีกประการหนึ่งที่เลือกออกแบบเป็นชนิดไหลลงก็คือ แก๊สร้อนที่ได้จากเตาชนิดไหลลงจะให้อุณหภูมิที่สูงกว่าเตาชนิดไหลขึ้น เนื่องจากเตาชนิดไหลขึ้นแก๊สร้อนต้องไหลผ่านเขตอบแห้งก่อนถูก

นำไปใช้งาน ซึ่งเขตอบแห้งเป็นเขตที่มีการเกิดไอน้ำ ทำให้แก๊สร้อนมีอุณหภูมิลดต่ำลง โดยในการออกแบบจะได้ส่วนประกอบของเตาจะแบ่งออกเป็นสองชั้น โดยชั้นในของเตาจะเป็นห้องเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและจะมีท่อส่งอากาศเข้ามาทางด้านข้างของเตาจำนวน 4 ท่อ ส่วนชั้นนอกจะเป็นส่วนให้แก๊สร้อนที่ผลิตได้ไหลขึ้นเพื่อส่งไปยังท่อส่งแก๊ส และส่วนสุดท้ายจะเป็นไซโคลนกรองอากาศจะออกแบบเพื่อกรองเศษขี้เถ้าไม่ให้ปะปนไปในแก๊สที่ผลิตได้



รูปที่ 3.12 เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบไหลลงที่ได้ออกแบบ (3D)

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลการทดลองของเตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ออกแบบประกอบด้วย การเปรียบเทียบน้ำหนักของเปลือกกล้วยที่ตากแดดกับการอบให้ความร้อน การเปรียบเทียบค่าความร้อนของเปลือกกล้วยที่ได้จากเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน และการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาจุดคุ้มทุนในการใช้เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ออกแบบเปรียบเทียบกับเตาแก๊ส LPG

4.1 ผลการทดลองและวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณสมบัติของเปลือกกล้วย

จากการที่ได้ทดลองตากเปลือกกล้วยและหาค่าความชื้น แล้วนำไปทดสอบหาค่าความร้อนของเปลือกกล้วยโดยใช้เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน (Bomb calorimeter) ได้ผลการทดลองออกมาดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบน้ำหนักเปลือกกล้วย

ชนิดเปลือกกล้วย	น้ำหนักก่อนตาก (kg)	น้ำหนักหลังตาก (kg)
1. ตากแดด 3 วัน	1.50	0.234
2. ตากแดด 4 วัน	1.50	0.20
3. ตากแดด 5 วัน	1.50	0.18
4. อบ 10 ชั่วโมง ที่ 60°C	1.50	0.21

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่สูญเสียของเปลือกกล้วยมีค่ามากที่สุดอยู่ที่การตากแดด 5วันและน้อยที่สุดอยู่ที่การตากแดด 3 วัน ทำให้เราทราบว่า ถ้าเรายิ่งตากเปลือกกล้วยนานมากขึ้นจะทำให้เปลือกกล้วยมีการสูญเสียความชื้นมากขึ้น ส่งผลให้เปลือกกล้วยมีความชื้นน้อยเหมาะกับการนำมาเป็นเชื้อเพลิง ส่วนการนำเปลือกกล้วยไปอบที่ 10 ชั่วโมง อุณหภูมิ 60°C ค่าความชื้นที่สูญเสียไป เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการตากแดดใกล้เคียงกับการตากแดดที่ 4 วัน

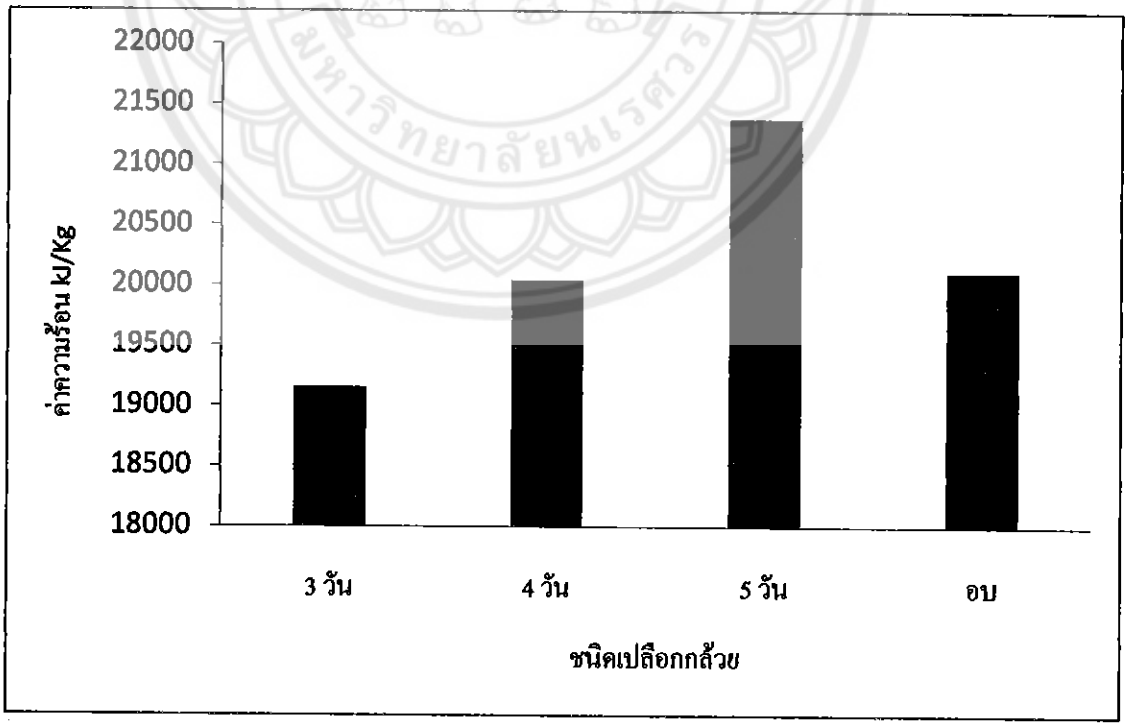
4.1.1 การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่สูญเสียไปของเปลือกกล้วย

$$\%\text{ความชื้นที่สูญเสีย} = \frac{\text{นน.ก่อนอบ} - \text{นน.หลังอบ}}{\text{นน.ก่อนอบ}} \times 100\ \%(4.1)$$

และจากตารางในภาคผนวก ค. อุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 9.00 น.ถึง 17.00น. ของวันที่ 4-8 มกราคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นการเก็บค่าอุณหภูมิทุกๆ 5 นาที ค่าอุณหภูมิสูงสุดของทั้ง 5 วันอยู่ในช่วง 29.81°C ถึง 31.99°C และค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดของทั้ง 5 วันอยู่ในช่วง 67.88 % - 85.69 %

4.1.2 ค่าความร้อนของเปลือกกล้วยที่ได้จากเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน

เป็นการนำเปลือกกล้วยที่ผ่านการตากแดดและอบตามวัน เวลา และ อุณหภูมิ ที่กำหนดมาทำการบดให้ละเอียดและนำไปหาค่าความร้อนโดยใช้เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางความร้อนโดยทำการสุ่มทำการทดลองตัวอย่างละ 5 ครั้งซึ่งผลที่ได้ออกมาสามารถแสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความร้อนเฉลี่ยจากเปลือกกล้วย ได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบค่าความร้อนเฉลี่ยจากเปลือกกล้วยชนิดต่างๆ

จากรูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความร้อนที่ได้จากการทดสอบเปลือกกล้วยทั้ง 4 ชนิด จะเห็นได้ว่าค่าความร้อนที่ได้จากเปลือกกล้วยที่ตากจำนวน 5 วัน นั้นให้ค่าความร้อนที่สูงที่สุดอยู่ที่ประมาณ 21383.21 kJ/kgและค่าความร้อนที่ได้จากเปลือกกล้วยที่ตากจำนวน 3 วัน นั้นให้ค่าความร้อนที่ต่ำที่สุดอยู่ที่ประมาณ 19159.56 kJ/kg และค่าความร้อนที่ได้จากเปลือกกล้วยที่อบเป็นเวลา 10 ชม. ที่ 60 °C นั้น จะมีค่าความร้อนอยู่ที่ 20113.29 kJ/kg ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับการตากในเวลา 4 วัน

จากภาคผนวก ก. ทำการคำนวณหาค่าความร้อนที่ให้ออกมาของ LPG ต่อแก๊ส LPG 1 ถัง ซึ่งแก๊ส 1 ถังมีน้ำหนักแก๊ส 16.5 kg และ LPG มีค่าความร้อน 50,220 kJ/kg จะได้ค่าความร้อนที่ได้ออกมาจากแก๊ส 1 ถังประมาณ 828,630 kJ จะได้น้ำหนักของเปลือกกล้วย 38.75 kg ที่ให้ค่าความร้อนออกมาเท่ากับแก๊ส LPG 1 ถัง และจากการสอบถามร้านขายอาหารต่างๆ บริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวรทราบว่าแก๊ส LPG 1 ถัง จะใช้ประมาณ 40ชม. ทำให้เราได้ค่าอัตราการใช้เปลือกกล้วยในการป้อนเข้าเตาแก๊สซิไฟเออร์ที่จะออกแบบอยู่ที่ 0.97 kg/hr

4.2 การออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์

ขั้นตอนการออกแบบเตานั้นเริ่มจาก เราต้องหาปริมาตรของเตาที่จะบรรจุตัวเชื้อเพลิงเปลือกกล้วย วิธีการคือ เราต้องหาความหนาแน่นตัวเชื้อเพลิงเปลือกกล้วย โดยการนำเชื้อเพลิงเปลือกกล้วยไปใส่ในภาชนะลูกบาศก์ขนาด 10 × 10 × 10 cm จะมีปริมาตร 1,000 cm^3 หรือ 0.001 m^3 แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักของเปลือกกล้วย แล้วทำการคำนวณหาค่าความหนาแน่นของเปลือกกล้วย จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาตรของเตาแก๊สซิไฟเออร์

4.2.1 การคำนวณหาค่าความหนาแน่นของเปลือกกล้วยตากแห้ง

การคำนวณหาค่าความหนาแน่นของเปลือกกล้วยตากแห้งต่อปริมาตรคำนวณจากจากสมการการหาค่าความหนาแน่นมวลรวม Bulk Density

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad (4.2)$$

โดยที่ ρ = ค่าความหนาแน่นมวลรวม (kg/m^3)

m = มวลของสาร (kg)

V = ปริมาตร (m^3)

$$\rho = \frac{0.093784}{0.001}$$

$$\rho = 93.784 \ kg/m^3$$

จะได้ค่าความหนาแน่นมวลรวมของเปลือกกล้วย เท่ากับ 93.784 kg/m^3

4.2.2 การหาปริมาตรของเตาแก๊สซิไฟเออร์ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

ในการหาปริมาตรของเตาแก๊สซิไฟเออร์ จะกำหนดขนาดเตาที่รองรับเปลือกกล้วยตั้งแต่จำนวน 1-5 kg การคำนวณหาปริมาตรของเตาแก๊สซิไฟเออร์ เมื่อได้ค่าความหนาแน่นมาแล้วจะคำนวณหาปริมาตรเตาแก๊สซิไฟเออร์ได้ดังนี้

จากสูตร $\rho = \frac{m}{V}$

แทนค่า $V = \frac{5}{93.784}$

$$V = 0.0533 \ m^3$$

เมื่อได้ปริมาตรเตาออกมา จะนำไปหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อของเตาแก๊สซิไฟเออร์

จากสูตร $V = \pi r^2 h$

โดยที่กำหนด ความสูงของเตาอยู่ที่ 60 cm

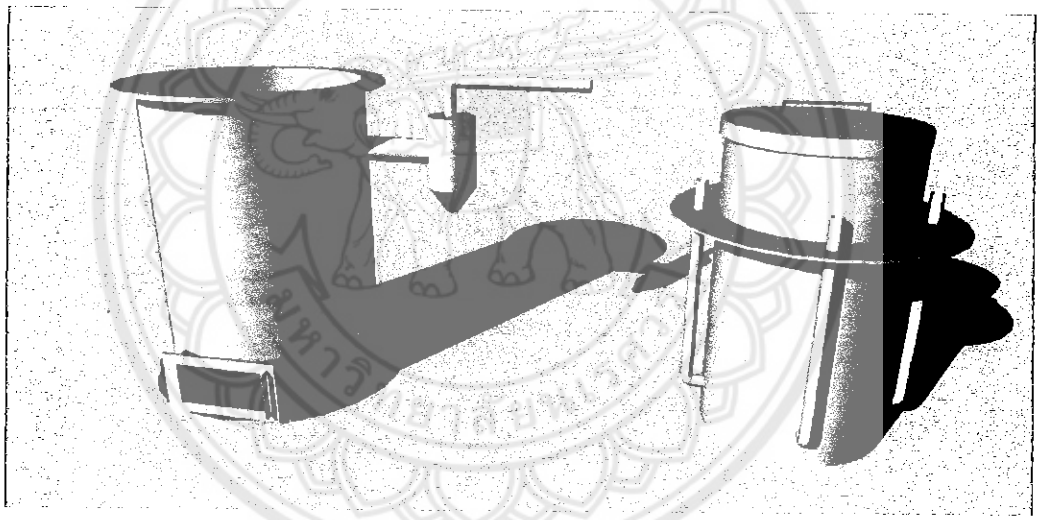
$$r = \sqrt{0.0533/0.6\pi}$$

$$r = 0.1682 \text{ m}$$

$$r = 16.82 \text{ cm}$$

จะได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง คือ 33.63 cm หรือควรใช้ท่อที่มีขนาด 14 นิ้ว

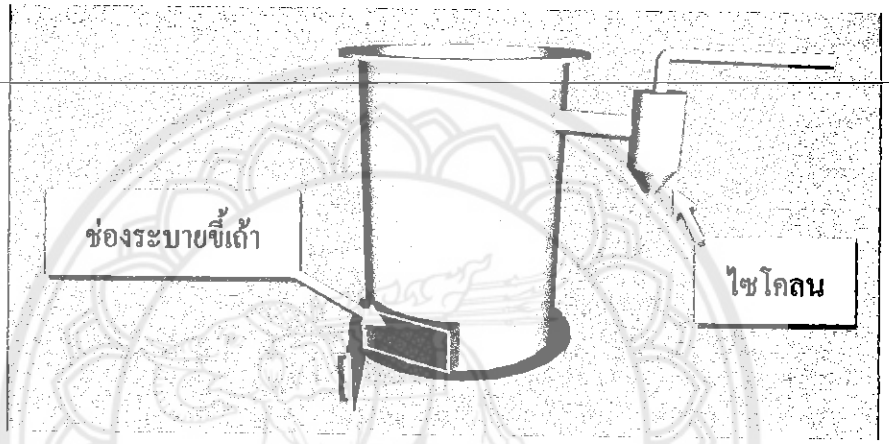
4.3 แบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลลง (Downdraft gasifier)



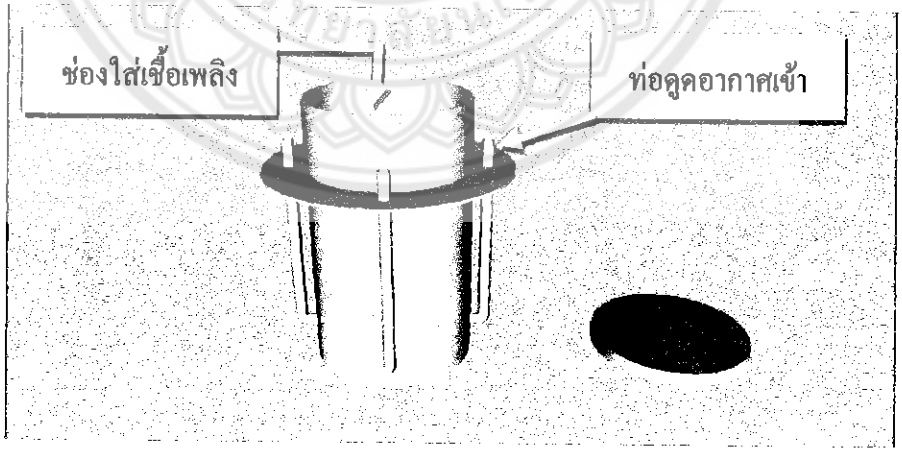
รูปที่ 4.2 เตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นถังนอกและชั้นถังในที่ออกแบบ

เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ออกแบบขึ้นมาเป็นเตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลลง ตัวเตาเป็นออกเป็น 2 ส่วน คือ เตาชั้นนอกและเตาชั้นใน โดยที่เตาชั้นในจะทำหน้าที่เป็นห้องเผาไหม้ โดยมีท่ออากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง1นิ้ว ไว้สำหรับดูดอากาศเข้าห้องเผาไหม้จำนวน4ท่อ ติดอยู่ข้างๆ (รูปที่ 4.3) โดยเตาเผาชั้นในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 cm สูง 60 cm ภายในเตาชั้นในได้เจาะรูด้านล่างเป็นวงกลมเพื่อให้แก๊สไหลออกไปสู้เตาชั้นนอก และยังมีการเจาะรูด้านล้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมเพื่อไว้สำหรับกำจัดเถ้าถ่านที่จะค้างอยู่ภายในเตา (รูปที่ 4.5) ส่วนเตาชั้นนอกจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

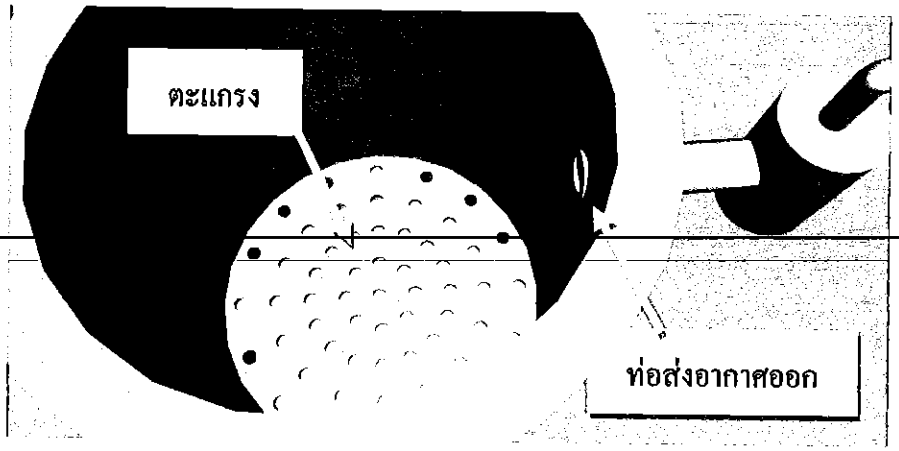
ขนาด 45 cm สูง 65 cm ภายในเตาชั้นนอกจะมีตะแกรงอยู่ด้านล่างเพื่อป้องกันเชื้อเพลิงตกลงไปทำให้ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (รูปที่ 4.4) ด้านล่างของเตาจะเป็นช่องสี่เหลี่ยมมีฝาเปิด-ปิดได้ (รูปที่ 4.6) ทำหน้าที่กำจัดเถ้าถ่านออกจากตัวเตาแก๊สซิไฟเออร์ ส่วนท่อขนาด2นิ้วที่ต่อออกมาจากด้านบนของเตาเป็นท่อสำหรับนำแก๊สที่ได้ออกมาจากเตาแก๊สซิไฟเออร์ไปใช้ โดยแก๊สที่ได้จะไหลเข้าสู่ไซโคลน (Cyclone) เพื่อกรองแก๊สให้มีความสะอาดมากยิ่งขึ้นซึ่งไซโคลนนั้นจะใช้เป็นระบบ Tangential Entry Cyclone เป็นระบบไซโคลนเพื่อให้แก๊สไหลเข้าทางด้านข้าง แล้วไหลออกทางด้านบนเพื่อใช้งานต่อไป



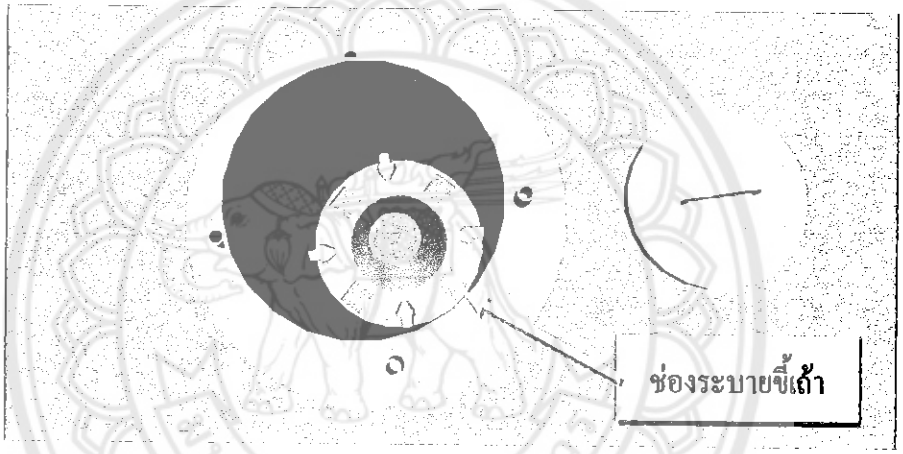
รูปที่ 4.3 รูปแบบเตาชั้นนอก



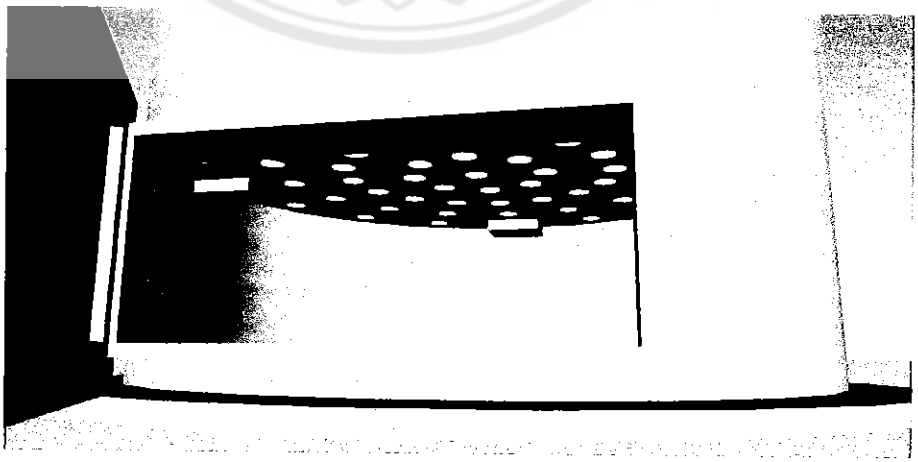
รูปที่ 4.4 รูปแบบเตาชั้นในและฝาปิด



รูปที่ 4.5 ด้านในของเตาชั้นนอกและตะแกรงกันเชื้อเพลิง



รูปที่ 4.6 ด้านในของเตาชั้นใน



รูปที่ 4.7 ช่องกำจัดเถ้าถ่านและตะแกรง

4.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

เริ่มจากจากการตรวจสอบราคาแก๊ส LPG จากเว็บไซต์ของกระทรวงพลังงานเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2555 ราคาต่อถังขนาด 15 kg ประมาณ 270-290 บาท ดังนั้นถ้าเปลี่ยนมาใช้เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วยแทนการใช้แก๊ส LPG ซึ่งไม่เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิงจะลดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 1,080-1,160 บาทต่อเดือน และเตาแก๊สที่ใช้กับแก๊ส LPG จะมีราคาการซื้อเตาประเภทมาตรฐานราคาปานกลางอยู่ที่ประมาณ 2,600 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย จะมีค่าใช้จ่ายในการสร้างเตาซึ่งได้แก่

เหล็กกล้าแผ่นขนาด 4ฟุต ×8ฟุต	ราคา	3,950	บาท
ท่อเหล็กขนาด 1 นิ้ว ยาว 3 เมตร	ราคา	218	บาท
ท่อเหล็กขนาด 2 นิ้ว ยาว 1 เมตร	ราคา	147	บาท
ข้อต่อท่อเหล็กขนาด 1 นิ้ว	ราคาตัวละ	35	บาท
ค่าช่าง	ราคา	3,500	บาท
อื่นๆ	ราคา	300	บาท
รวมทั้งหมด	ราคา	8,255	บาท

รวมทั้งไม่เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิง อีกทั้งยังมีอายุการใช้งานไม่จำกัด เมื่อคิดเปรียบเทียบราคาเตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้เชื้อเพลิงเปลือกกล้วยกับเตาแก๊ส LPG

จะมีวิธีหาจุดคุ้มทุน คือ

ราคาเตาแก๊ส LPG + (ราคาแก๊ส LPG × จำนวนเดือน) =ราคาต้นทุนสร้างเตาแก๊สซิไฟเออร์

จะได้ $2,600 + (1,160 \times \text{จำนวนเดือน}) = 8,255$ บาท

เพราะฉะนั้น จำนวนเดือน = 4.875 เดือน

ดังนั้นการใช้เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย มีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ประมาณ 5 เดือน

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาและออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วยตากแห้ง ตลอดจนเพื่อเป็นการศึกษาหาแนวทางในการนำเอาพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาเปลือกกล้วยไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือนต่อไป

5.1.1 จากการศึกษาและทดลองหาค่าความร้อนจากเปลือกกล้วยตากแห้ง ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้กับเตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ออกแบบ จากบทที่ 4 ตารางที่ 4.1 และกราฟที่ 4.1 การตากแห้งที่เวลา 5 วันเพื่อลดความชื้นของเปลือกกล้วยให้ค่าความร้อนที่สูงที่สุด และยังทราบอีกว่าถ้าเรายิ่งตากแห้งนานยิ่งส่งผลให้เชื้อเพลิงมีค่าความชื้นลดลงมากยิ่งขึ้นและได้ค่าความร้อนที่สูงขึ้น และถ้าเป็นในช่วงฤดูฝน ที่มีฝนตกบ่อยทำให้การตากแห้งไม่ได้ผลเท่าที่ควร ก็ควรใช้การอบแทนการตากแห้ง แต่จะทำให้ค่าต้นทุนเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการอบเปลือกกล้วย

5.1.2 การสอบถามร้านขายอาหารที่ใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิง ได้ทราบว่าช่วงเวลาที่ใช้แก๊ส LPG 1 ถังจะใช้ประมาณ 5-6 วัน และใน 1 วันจะเปิดใช้แก๊ส ประมาณ 8 ชั่วโมง ซึ่งจากการคำนวณค่าเชื้อเพลิงในบทที่ 4 จะพบว่า ค่าเชื้อเพลิงของเปลือกกล้วยที่จะนำมาใช้แทนแก๊ส LPG นั้นอยู่ที่ประมาณ 0.97 kg/hr ซึ่งใช้เป็นเวลาประมาณ 8ชั่วโมงต่อวัน เพราะฉะนั้น จะใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วยประมาณ 7.76 kg ดังนั้นเมื่อเทียบกับการใช้แก๊ส LPG 1 ถัง จะต้องใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วยประมาณ 39 kg

5.1.3 จากการตรวจสอบราคาแก๊ส LPG จากเว็บไซต์ของกระทรวงพลังงานเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2555 ราคาต่อถัง ประมาณ 270-290 บาท ดังนั้นถ้าเปลี่ยนมาใช้เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วยแทนการใช้แก๊ส LPG จะลดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 1,080-1,160 บาท/เดือน

5.1.4 เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ออกแบบขึ้นมาเป็นเตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลลง ตัวเตาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เตาชั้นนอกและเตาชั้นใน โดยที่เตาชั้นในจะทำหน้าที่เป็นห้องเผาไหม้ โดยมี

ท่ออากาศขนาด 1 นิ้ว ไว้สำหรับดูดอากาศเข้าห้องเผาไหม้จำนวน 4 ท่อ ติดอยู่ข้างๆ โดยเตาเผาชั้นในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 cm สูง 60 cm ภายในเตาชั้นในได้เจาะรูด้านล่างเป็นวงกลมเพื่อให้แก๊สไหลออกไปสู่เตาชั้นนอก และยังมีการเจาะรูด้านล้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมเพื่อไว้สำหรับกำจัดเถ้าถ่านที่จะค้างอยู่ภายในเตา ส่วนเตาชั้นนอกจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 45 cm สูง 65 cm ภายในเตาจะมีตะแกรงอยู่ด้านล่างเพื่อป้องกันเชื้อเพลิงตกลงไปทำให้ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ด้านล่างของเตาจะเป็นช่องสี่เหลี่ยมมีฝาเปิด-ปิดได้ ทำหน้าที่กำจัดเถ้าถ่านออกจากตัวเตาแก๊สซิไฟเออร์ ส่วนท่อขนาด 2 นิ้วที่ต่อออกมาจากด้านบนของเตาเป็นท่อสำหรับนำแก๊สที่ได้ออกมาจากเตาแก๊สซิไฟเออร์ไปใช้ โดยแก๊สที่ได้จะไหลเข้าสู่ไซโคลนเพื่อกรองแก๊สให้มีความสะอาดมากยิ่งขึ้นก่อนที่จะนำไปใช้งาน

5.1.5 จากการประเมินราคาเบื้องต้นในการใช้เตาแก๊ส LPG จะมีค่าใช้จ่ายในการซื้อเตาประมาณ 2,600 บาท และค่าเชื้อเพลิง LPG อยู่ที่ 1,160 บาท/เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วยจะมีค่าใช้จ่ายในการสร้างเตาอยู่ที่ 7,500-8,500 บาท และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิง อีกทั้งยังมีอายุการใช้งานไม่จำกัด เมื่อคิดเปรียบเทียบแล้วการใช้เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วย มีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ประมาณ 5 เดือนเป็นต้นไป

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 เตาที่ออกแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเชื้อเพลิงชนิดอื่นได้ เช่น เศษไม้ แกลบ ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง เป็นต้น

5.2.2 ถ้าต้องการควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลเข้าห้องเผาไหม้ของเตาแก๊สซิไฟเออร์ให้มีประสิทธิภาพ ควรมีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศเพื่อควรคุมปริมาณเอากาศที่ไหลเข้าเตา

5.2.3 ถ้ามีการนำเตาที่ออกแบบไปปรับปรุงขนาดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ควรมีการหุ้มฉนวนตัวเตาและท่อส่งความร้อนเพื่อควบคุมความร้อนที่สูญเสีย

บรรณานุกรม

วิชัยศิวะโกศิษฐ,2555,การออกแบบเตาผลิตก๊าซชีวมวลชนิดไหลลงเพื่อใช้ในการอบแห้งในโรงงานผสมปุ๋ยขนาดเล็กโดยใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ,คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์(ออนไลน์), แหล่งที่มาhttp://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4811007.pdf (วันที่ค้นข้อมูล 5 กันยายน 2554)

คลังปัญญาไทย, 2554, กล้วย,(วันที่ค้นข้อมูล 8กันยายน 2554), สมาคมผู้ดูแลเว็บไทย, (ออนไลน์), แหล่งที่มา http://www.panyathai.or.th/wiki/index.php/

กิจจา กิรสมุทรานนท์, โครงงานการออกแบบและทดสอบเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบไหลขึ้น, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (วันที่ค้นข้อมูล 9 กันยายน 2554)

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2551, พลังงานกู้โลกร้อน, เชื้อเพลิงทางเลือกทางรอดประเทศไทย, หน้า 40,(วันที่ค้นข้อมูล 5 ธันวาคม 2555)

ราคาแก๊สหุงต้ม, 2555, สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, กระทรวงพลังงาน, (ออนไลน์), แหล่งที่มา http://www.eppo.go.th/retail_LPG_prices.html,(วันที่ค้นข้อมูล 7 มีนาคม 2555)

ภาคผนวก ก.

การคำนวณ

การคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่หายไปของเปลือกกล้วย

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{นน.ก่อนอบ} - \text{นน.หลังอบ}}{\text{นน.ก่อนอบ}}$$

เปลือกกล้วยตาก 3 วัน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{1.50 - 0.234}{1.50} \times 100\,\%$$

$$= 84.40\,\%$$

เปลือกกล้วยตาก 4 วัน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{1.50 - 0.20}{1.50} \times 100\,\%$$

$$= 86.67\,\%$$

เปลือกกล้วยตาก 5 วัน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{1.50 - 0.18}{1.50} \times 100\,\%$$

$$= 88.00\,\%$$

เปลือกกล้วยอบ ที่ 60° Cเป็นจำนวนเวลา 10 ชั่วโมง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{1.50 - 0.21}{1.50} \times 100\,\%$$

$$= 86.00\,\%$$

การคำค่าไฟฟ้าของการอบเปลือกกล้วย ที่ 60° Cเป็นจำนวนเวลา 10 ชั่วโมง

เครื่องอบที่ใช้อบนี้เป็นเครื่องอบยี่ห้อ Memmertที่ใช้ขดลวดความร้อน เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน และใช้ลมเป่าเพื่อไหลเวียนความร้อนให้กับตัวกลาง

เครื่องอบชนิดนี้นี้มีขนาด

แรงดันไฟฟ้า 230 V ความถี่ 50/60 Hz

T_{max} 220°C 2,400 Watt

$$\text{หน่วยที่ใช้} = \frac{\text{จำนวนwatt} \times \text{จำนวนชั่วโมง}}{1{,}000}$$

$$= \frac{2400 \times 10}{1000}$$

หน่วย $= 24$

น้ำหนักของเปลือกกล้วย

ตารางที่ ก.1 น้ำหนักของเปลือกกล้วยในกล่องลูกบาศก์

ครั้งที่ชั่ง	น้ำหนักเปลือกกล้วย กรัม (g)
ครั้งที่ 1	94.056
ครั้งที่ 2	92.337
ครั้งที่ 3	95.375
ครั้งที่ 4	94.838
ครั้งที่ 5	92.314
เฉลี่ย	93.784

ตารางที่ก.2 น้ำหนักของเปลือกกล้วยในกล่องลูกบาศก์

ครั้งที่ชั่ง	น้ำหนักเปลือกกล้วย กรัม (g)
ครั้งที่ 1	94.056
ครั้งที่ 2	92.337
ครั้งที่ 3	95.375
ครั้งที่ 4	94.838
ครั้งที่ 5	92.314
เฉลี่ย	93.784

กล่องลูกบาศก์ที่ใช้ในการหาความหนาแน่นของเปลือกกล้วยขนาด 10 ×10 × 10 cm จะมีปริมาตร 1000 cm^3 หรือ 0.001 m^3

การคำนวณหาค่าความหนาแน่นของเปลือกกล้วย

จากสมการการหาค่าความหนาแน่น

$$\rho = \frac{m}{V}$$

โดยที่ ρ = ค่าความหนาแน่นของสาร (kg/m^3)

m =มวลของสาร(kg)

V =ปริมาตร (m^3)

จะได้

$$\rho = \frac{0.093784}{0.001}$$

$$\rho = 93.784\ kg/m^3$$

จะได้ค่าความหนาแน่นของเปลือกกล้วย เท่ากับ 93.784 kg/m^3

การหาปริมาตรของเตาแก๊สซิไฟเออร์ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

ในการหาปริมาตรของเตาแก๊สซิไฟเออร์จะกำหนดขนาดเตาที่รองรับเปลือกกล้วยตั้งแต่จำนวน 1-5 kg

การคำนวณหาปริมาตรของเตาแก๊สซิไฟเออร์เมื่อได้ค่าความหนาแน่นมาแล้วจะคำนวณหาปริมาตรเตาแก๊สซิไฟเออร์ได้

จากสูตร $$\rho = \frac{m}{V}$$

แทนค่า $$V = \frac{5}{93.784}$$

$$V = 0.0533 \ m^3$$

เมื่อได้ปริมาตรออกมา จะนำไปหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อของเตาแก๊สซิไฟเออร์

จากสูตร $$V = \pi r^2 h$$

โดยที่กำหนด ความสูงของเตาอยู่ที่ 60 cm

$$r = \sqrt{0.0533/0.6\pi}$$

$$r = 0.1682 \ m$$

$$r = 16.82 \ cm$$

จะได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง คือ 33.63 cm หรือควรใช้ท่อที่มีขนาด 14 นิ้ว

คำนวณค่าความร้อนของ LPG

LPG 1 ถัง = 16.5 kJ/kg

LPG มีค่าความร้อน 50,220 kJ/kg

LPG 1 ถังจะให้ค่าความร้อนทั้งหมด 50,220 kJ/kg × 16.5 kg = 828,630 kJ

ในกรณีใช้ค่าความร้อนของเปลือกกล้วยที่ตากแห้ง 5 วันจะให้ค่าความร้อนอยู่ที่ 21,383.21 kJ/kg

จะได้ 21,383.21 kJ/kg × น้ำหนักของเปลือกกล้วยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง เท่ากับ 828,630 kJ

น้ำหนักของเปลือกกล้วยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง = 828,630 / 21,383.21kg

น้ำหนักของเปลือกกล้วยที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง = 38.75 kg

เพราะฉะนั้น เปลือกกล้วย 38.75 kg จะให้ค่าความร้อนเทียบเท่า LPG 1 ถัง

จากการสำรวจร้านขายอาหารตามสั่งต่างๆใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงจะมีอัตราการใช้ LPG อยู่ที่ประมาณ 40 ชม.ต่อ 1 ถัง

ความร้อนที่ได้จาก LPG 1 ชม. จะมีค่า

= 828,630/40

= 20,715 kJ/hr

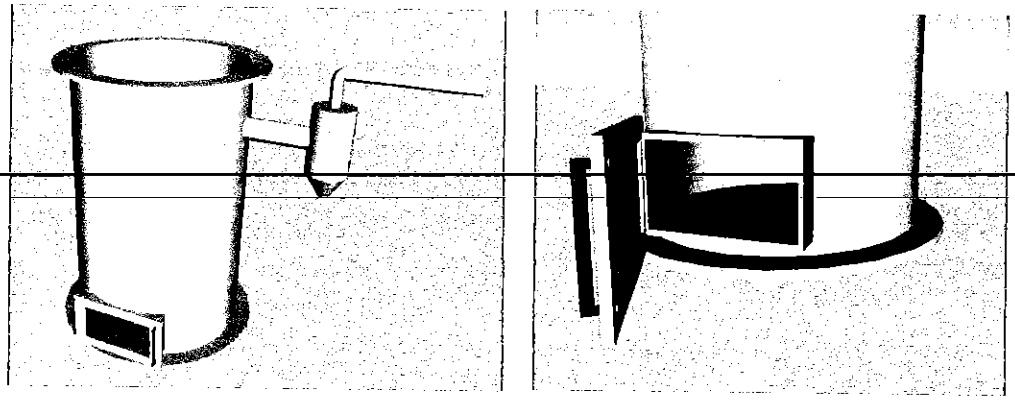
และจะได้อัตราการใช้เปลือกกล้วย ในการป้อนเข้าเตาแก๊สซิไฟเออร์

= 20,715/21,383.21

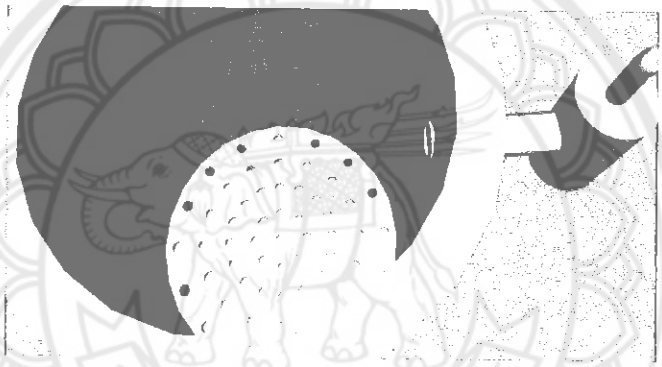
= 0.97 kg/hr

ภาคผนวก ข.

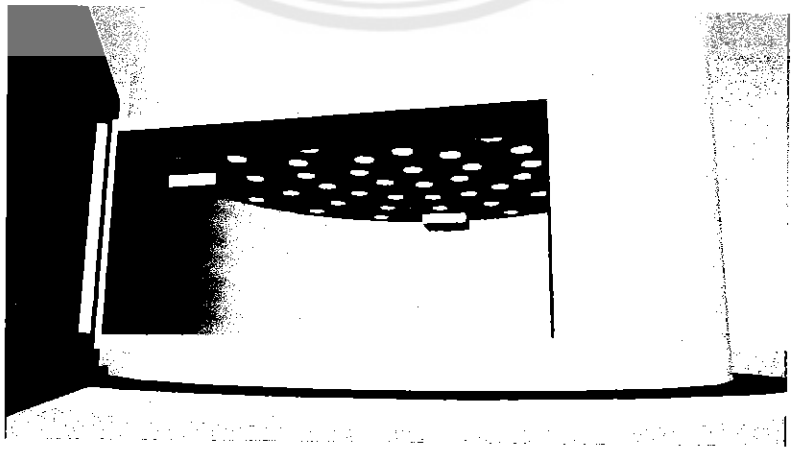
แบบแปลนเตาแก๊สซิไฟเออร์



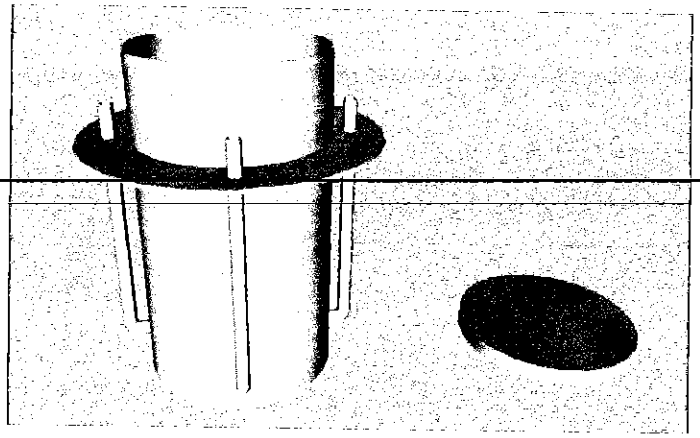
รูปที่ ข.1 ลักษณะภายนอกของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นนอก



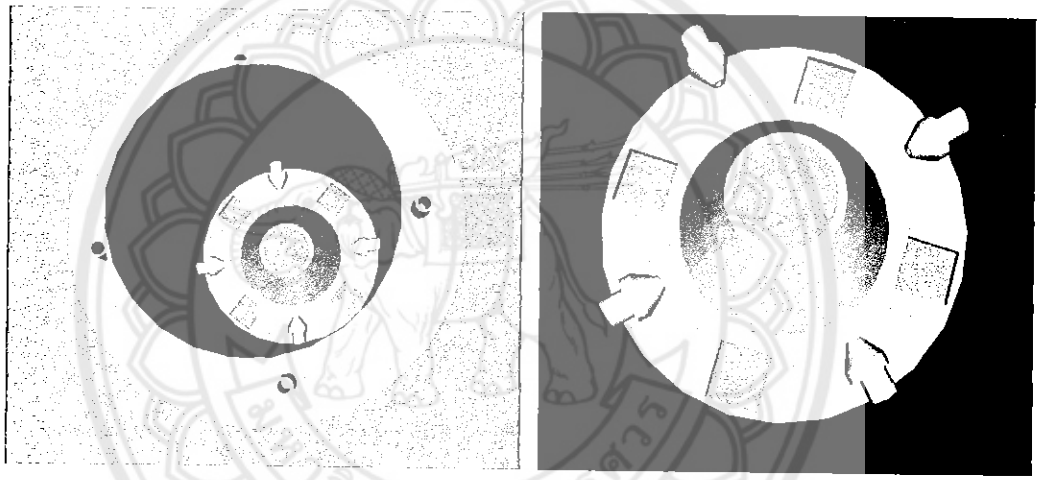
รูปที่ ข.2 ลักษณะภายในของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นนอก



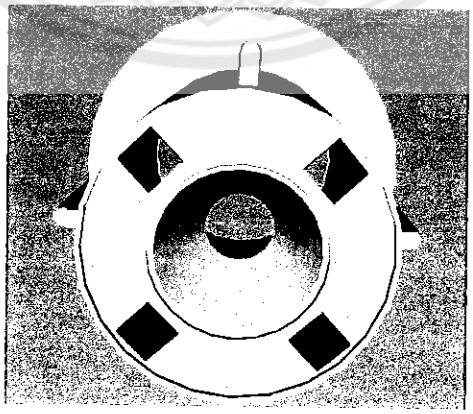
รูปที่ ข.3 ลักษณะการวางตัวของตะแกรงที่ภายในเตาแก๊สซิไฟเออร์



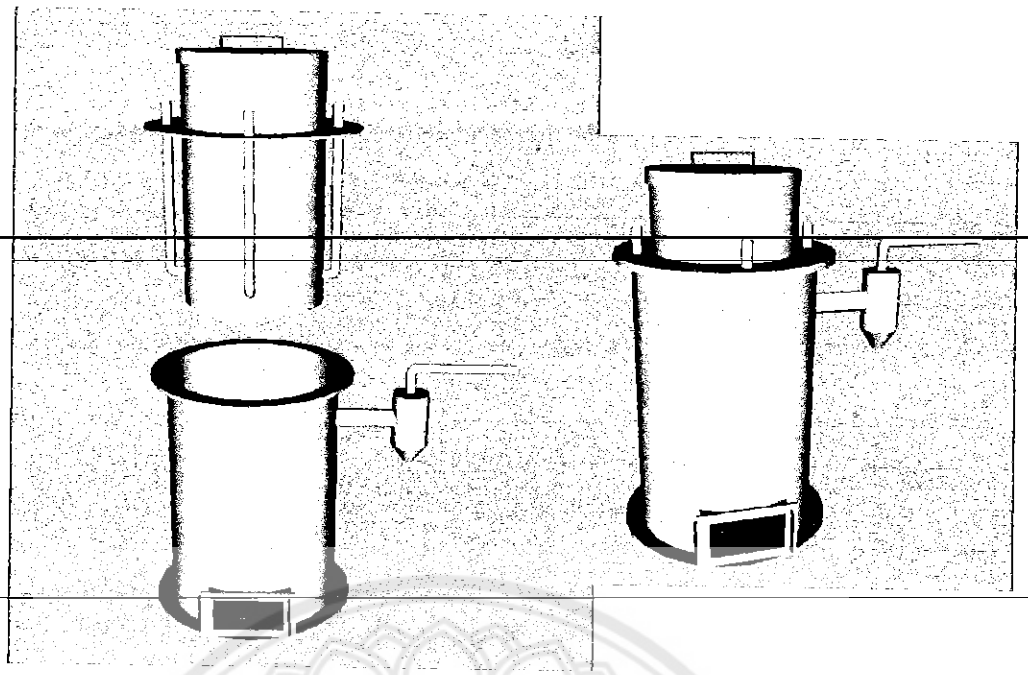
รูปที่ ข.4 ลักษณะภายนอกของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นใน



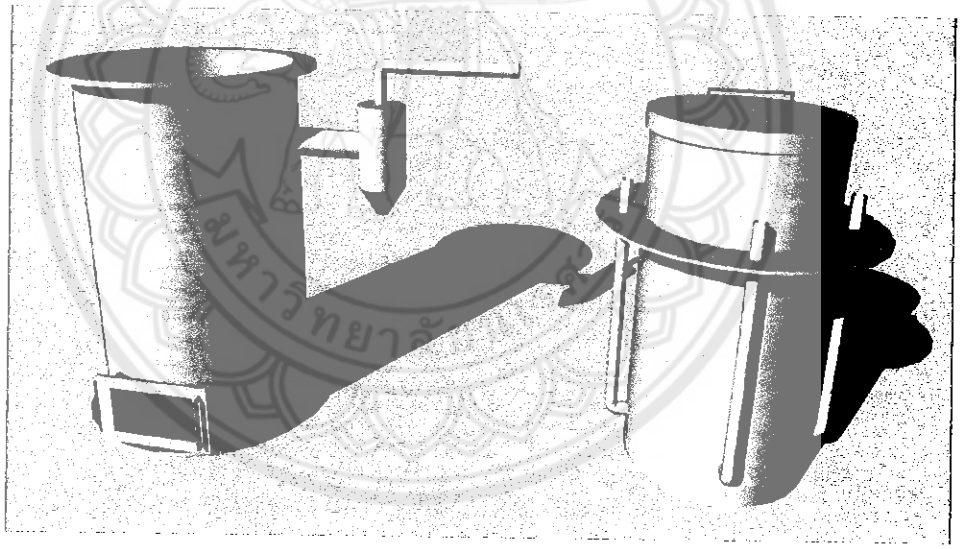
รูปที่ ข.5 ลักษณะภายในของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นใน



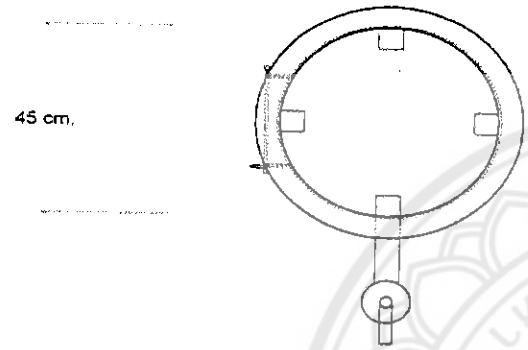
รูปที่ ข.6 ลักษณะบริเวณข้างใต้ของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชั้นใน

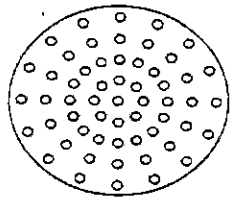


รูปที่ ข.7 ลักษณะของเตาเมื่อประกอบเข้าด้วยกัน

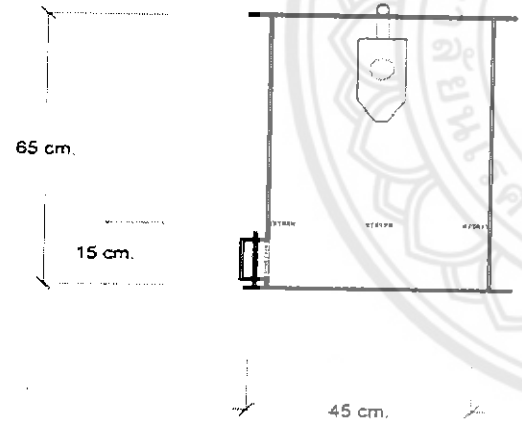


รูปที่ ข.8 เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่ออกแบบ





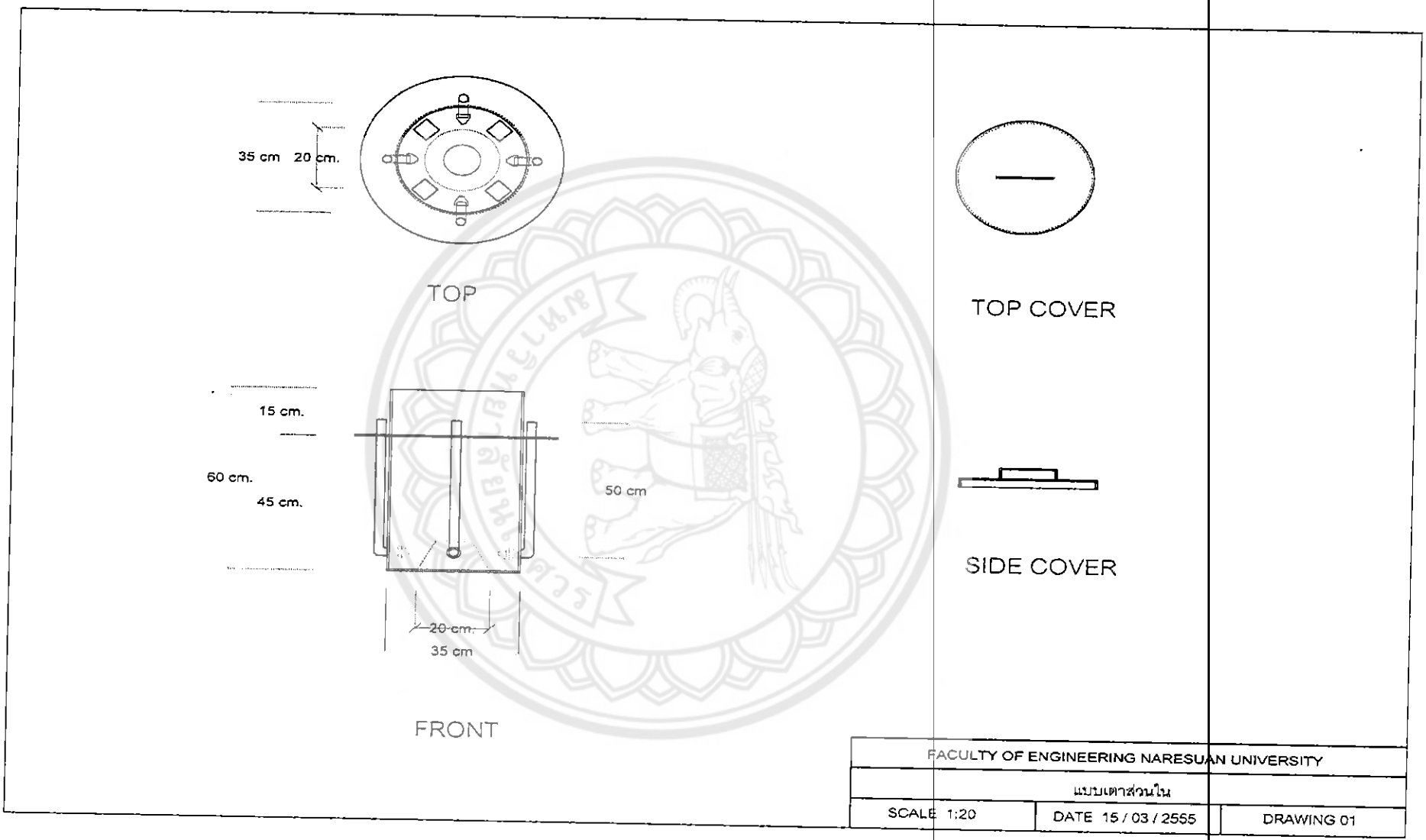
GRATE



SIDE

FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY		
แบบเตาส่วนนอก		
SCALE 1:20	DATE 15 / 03 / 2555	DRAWING 01

รูปที่ ข.9 Drawing ของเตาชั้นนอก



รูปที่ ข.10 Drawing ของเตาชั้นใน

ภาคผนวก ค.

ตารางที่ใช้ในการคำนวณ

ตารางที่ ค.1 ค่าอุณหภูมิ ณ วัน เวลา ที่ใช้ในการตากเปลือกกล้วย

Time Read	Temp (°C)			Relative Humidityφ (%)		
	T_{avg}	T_{max}	T_{min}	φ_{avg}	φ_{max}	φ_{min}
4 ม.ค. 55 (09.00 น.-17.00 น.)	29.67	31.63	25.99	71.93	85.69	62.71
5 ม.ค. 55 (09.00 น.-17.00 น.)	29.44	30.98	25.77	67.66	85.00	61.03
6 ม.ค. 55 (09.00 น.-17.00 น.)	29.53	31.97	25.42	68.06	79.54	61.67
7 ม.ค. 55 (09.00 น.-17.00 น.)	30.22	31.99	25.96	63.33	79.99	55.02
8 ม.ค. 55 (09.00 น.-17.00 น.)	28.64	29.81	26.59	65.07	67.88	61.75

(ที่มา : วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร)

ตารางที่ ค.2 ค่าความร้อนของเปลือกกล้วยที่ได้จากเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน (Bomb calorimeter)

ชนิดเปลือกกล้วย	ค่าความร้อน (kJ/kg)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
ตาก 3 วัน	19,811.49	19,466.44	19,678.77	19,206.07	17,635.02	19,159.56
ตาก 4 วัน	20,595.78	20,509.17	20,322.69	20,473.82	18,322.61	20,044.81
ตาก 5 วัน	21,707.89	22,056.04	20,936.02	21,505.59	20,710.51	21,383.21
อบ 10 ชม. 60°C	20,536.24	20,001.95	19,936.01	20,122.30	19,969.94	20,113.29

ตารางที่ ค.3 ราคาแก๊ส LPG ที่ขนาด และ บริษัท ผู้ผลิต

ราคา(บาท/ถัง)	ปตท.	ยูนิคแก๊ส	สยามแก๊ส	ปิกนิกแก๊ส	เวิลด์แก๊ส	วี ทู แก๊ส
ถังขนาด 4 kg	100-116	101.63	77.0656	105-110	83	63
ถังขนาด7 kg	145-160	-	-	-	-	-
ถังขนาด 11.5 kg	-	221.83	221.8236	-	-	-
ถังขนาด 13.5 kg	-	-	-	253	253	-
ถังขนาด 15 kg	280-290	283.63	273.6260	273	276	236
ถังขนาด 18 kg	882-890	900.69	875.8072	875	866	756

(ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน)

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายปิยะวุฒิ นากา

ภูมิลำเนา 155 หมู่ 2 ต. บ้านโสก อ. หล่มสัก จ. เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหล่มสักวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: pb_benz_04@windowslive.com

ชื่อ นายเมธี พละทรัพย์

ภูมิลำเนา 10/3 หมู่ 7 ต. วังทอง อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: topmetee_007@hotmail.com

ชื่อ นายสิทธิพงษ์ อินจง

ภูมิลำเนา 400/27 หมู่ 6 ต. หัวรอ อ. เมือง จ. พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือ
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: injong_wak@hotmail.com