

การพัฒนาหัวเผาใช้น้ำมันปาล์มใช้แล้ว

A DEVELOPMENT OF A USED PALM OIL BURNER

สุรชัย จิงจตุพรชัย

SURACHAI CHUNGCHATUPORNCHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-256-2

การพัฒนาหัวเผาน้ำมันปาล์มใช้แล้ว

A DEVELOPMENT OF A USED PALM OIL BURNER



สุรัชย์ จิ่งจตุพรชัย

SURACHAI CHUNGCHATUPORNCHAI

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 49600
วัน, เดือน, ปี 25 ก.พ. 2547

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2546

ISBN 974-324-256-2

A DEVELOPMENT OF A USED PALM OIL BURNER

SURACHAI CHUNGCHATUPORNCHAI

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2003

ISBN 974-324-256-2

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาหัวเผา น้ำมันปาล์ม ใช้แล้ว
นักศึกษา	นาย สุรัชย์ จิงจตุพรชัย
รหัสประจำตัว	42062005
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาหัวเผาน้ำมันพืชที่ใช้น้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานมาแล้วนำมาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาผลของอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่อัตราการไหลต่างๆที่มีผลต่อ ระยะเวลาในการอุ่นหัวเผา การกระจายอุณหภูมิ การเกิดเขม่าควันและทำการศึกษาการใช้หัวเผาน้ำมันพืชเพื่อทดแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับกับการใช้หัวเผาแก๊สที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันด้วย ซึ่งโดยการนำหัวเผามาให้ความร้อนกับน้ำจำนวน 8 ลิตร จาก 31°C ถึง 90°C ที่ภาวะเดียวกัน จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเผาแก๊สนั้นมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่สูงกว่าหัวเผาน้ำมันพืชอยู่ประมาณ 10.88% ถึง 27.03% ตลอดทุกๆ ช่วงของการป้อนค่าความร้อน การอุ่นหัวเผาน้ำมันพืชนั้นใช้อัตราการไหลของแก๊ส LPG ที่ 1.018 ลิตร ต่อ นาที โดยใช้เวลาที่ 2.22 นาที ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด ในส่วนของการเกิดเขม่าควันของหัวเผาน้ำมันพืชนั้นจะเห็นได้ว่า ที่ระยะห่างเตา 1 cm นั้นจะมีการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ทำการทดสอบนั้นมากที่สุดรองลงมาคือ ที่ระยะห่างเตา 1.5 cm , 2 cm , 2.5 cm, 3 cm, 3.5 cm, และ 4 cm ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับค่าความร้อนที่ป้อนที่ภาวะความร้อนเท่ากันหัวเผาน้ำมันพืชจะมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.365 บาท การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ป้อนนั้นหัวเผาน้ำมันพืชจะมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าหัวเผาแก๊ส LPG ตลอดทุกๆ ช่วงของการป้อนค่าความร้อนและเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตาที่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดทุกๆ หัวเผาจะพบว่าหัวเผาน้ำมันพืชจะมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดอยู่ที่ 0.303 บาท ซึ่งจะใช้เวลาที่ใช้เตาอยู่ที่ 25.82 นาที

Thesis Title	A Development of a Used Palm Oil Burner
Student	Mr. Surachai Chungchatupornchai
Student ID.	42062005
Degree	Master of Engineering
Programme	Mechanical Engineering
Year	2003
Thesis Advisor	Asis.Prof.Dr.Jaruwat Jalernsuk

ABSTRACT

This thesis work aim at studying a performance of new burner designed for burning used vegetable oil. Comparisons were made between this burner and other commercially available gas burners. Feasibility study was also carried out to investigate whether the used vegetable oil burner can be used as an alternative combustion device to the conventional gas burner. The experimental results under similar loading conditions (heating of 8-liters water from 32to90^oC) suggested that. Gas burners have higher combustion efficiencies than the vegetable oil burner, between 10.88to27.03% in most cases. An optimum flow rate of LPG for preheating vegetable oil would be at 1.018 l/min making the preheating time to be at 2.22 minutes. Soot deposition was found to be maximum when the utensil is at 1 cm above the burner exit plane and the deposition decrease as the distance increase. At 4 cm from burner exit plane, soot almost disappears from the utensil. The cost of vegetable oil to be used in oil burner compared with other burners was found to be minimum, averaged at 0.365 Baht throughout the range of heat throughput. Lower expenses were found in every second that the vegetable oil is burned and this is so throughout the range of heat input rates. Comparing between other conventional gas burners at their maximum combustion efficiencies, the vegetable oil burner is operated at 0.303 Baht, which is the lowest. The heating time was found to be 25.82 minutes.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาหัวเผื่อน้ำมันพืช จาก ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ลูกศิษย์คนนี้ ขอขอบพระคุณยิ่ง

ขอขอบคุณ พี่และเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนที่ช่วยให้คำแนะนำต่างๆ พร้อมทั้งช่วยตรวจเทียบแก้ไขที่ผิดพลาด จนสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อีกทั้งยังให้กำลังใจต่อผู้วิจัยอย่างใกล้ชิด

ขอขอบคุณบิดา มารดาและญาติๆของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจ เลี้ยงดูและคอยอบรมสั่งสอนให้ผู้วิจัยก้าวมาถึงวันนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ให้โอกาสผู้ทำวิจัยได้เข้ามารับการศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ในภาควิชาแห่งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุรชัย จิงจตุพรชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญรูป.....	XI
รายการคำย่อและสัญลักษณ์.....	XIV
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 สมมติฐานจากการศึกษา.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและเทคโนโลยีการเผาไหม้.....	4
2.1 บทนำ.....	4
2.2 งานวิจัยที่ผ่านมา.....	4
2.3 ทฤษฎีการเผาไหม้.....	5
2.3.1 ความหมายของการเผาไหม้.....	5
2.3.2 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง.....	6
2.3.3 การผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิง.....	7
2.3.4 การวัดประสิทธิภาพเชิงความร้อน.....	7
2.3.5 คุณสมบัติของแก๊ส LPG.....	8
2.3.6 คุณสมบัติของน้ำมันพืช.....	9
2.4 ประเภทของหัวเผา.....	10
2.4.1 หัวเผาเชื้อเพลิงของแข็ง.....	10
2.4.2 หัวเผาเชื้อเพลิงของเหลว.....	11
2.4.3 หัวเผาเชื้อเพลิงก๊าซ.....	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.4 หัวเผาเชื้อเพลิงร่วม.....	13
2.5 โครงสร้างและลักษณะการทำงานของเตาหุงต้มแอลพีจีมาตรฐาน.....	13
2.5.1 ลักษณะของเตาแก๊สหุงต้มแอลพีจีที่ใช้ในปัจจุบัน.....	14
2.5.1.1 เตาแบบ Conventional radial flow slotted-burner.....	15
2.5.1.2 เตาแบบ Swirl flow central flame burner.....	15
2.5.1.3 เตาแบบ Radiant burner.....	15
บทที่ 3 การออกแบบหัวเผาน้ำมันพืช.....	16
3.1 บทนำ.....	16
3.2 การออกแบบหัวเผา.....	16
3.2.1 แบบหัวเผาแบบที่ 1.....	16
3.2.2 ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่ 1.....	17
3.2.3 แบบหัวเผาแบบที่ 2.....	17
3.2.4 ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่ 2.....	18
3.2.5 แบบหัวเผาแบบที่ 3.....	19
3.2.6 ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่ 3.....	20
3.2.7 แบบหัวเผาแบบที่ 4.....	21
3.2.8 ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่ 4.....	21
3.2.9 แบบหัวเผาแบบที่ 5.....	22
3.2.10 ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่ 5.....	23
บทที่ 4 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	24
4.1 บทนำ.....	24
4.2 การดำเนินงานวิจัย.....	24
4.2.1 รายละเอียดอุปกรณ์การทดลอง.....	24
4.2.1.1 เตาหุงต้มที่ใช้ในการทดสอบ.....	24
4.2.1.1.1 เตาแบบ Conventional radial flow slotted-burner (CB).....	24
4.2.1.1.2 เตาแบบ Swirl flow central flame burner (NB).....	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.1.1.3 เตาแบบ Radiant burner (RB).....	28
4.2.1.1.4 เตาแบบ Swirl flow central flame ที่มีการเพิ่ม Swirl (SB).....	29
4.2.1.1.5 เตาน้ำมันพืช (oil).....	31
4.2.1.2 ถังบรรจุแก๊สขนาด 15 กิโลกรัม.....	33
4.2.1.3 ข้อต่อและท่อต่าง รวมทั้งเข็มขัดรัด.....	33
4.2.1.4 หม้ออลูมิเนียม.....	33
4.2.1.5 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแก๊ส.....	33
4.2.1.6 เทอร์โมมิเตอร์.....	34
4.2.1.7 น้ำ.....	34
4.2.1.8 นาฬิกาจับเวลา.....	34
4.2.1.9 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ.....	34
4.2.1.10 หัวปรับความดัน.....	36
4.3 วิธีการทดสอบ.....	36
4.3.1 การอุ่นหัวเผา น้ำมันพืช.....	36
4.3.2 การวัดประสิทธิภาพเชิงความร้อน.....	37
4.3.2.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเผาแก๊ส LPG.....	38
4.3.2.2 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเผาน้ำมันพืช.....	39
4.3.3 การวัดการกระจายอุณหภูมิและการเกิดเขม่าควันของหัวเผาน้ำมันพืช.....	40
บทที่ 5 ผลการทดลอง.....	42
5.1 บทนำ.....	42
5.2 ผลการเปรียบเทียบระหว่างเวลาในการอุ่นหัวเผากับการใช้อัตราการไหลของแก๊ส LPG ที่ อัตราการไหลต่างๆ.....	42
5.3 ผลการเปรียบเทียบค่าความร้อนที่ป้อนกับเวลาที่ใช้.....	43
5.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้ม.....	44
5.5 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มทั้ง 5 แบบ.....	44
5.5.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาทั้ง 5 แบบ.....	45
5.5.1.1 การเปรียบเทียบเตา CB กับเตา SB.....	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.5.1.2 การเปรียบเทียบเตา CB กับเตา NB.....	45
5.5.1.3 การเปรียบเทียบเตา CB กับเตา RB.....	45
5.5.1.4 การเปรียบเทียบเตา SB กับเตา NB.....	45
5.5.1.5 การเปรียบเทียบเตา SB กับเตา RB.....	45
5.5.1.6 การเปรียบเทียบเตา NB กับเตา RB.....	46
5.5.1.7 การเปรียบเทียบเตา Oil กับเตาแก๊ส LPG ทั้ง 4 แบบ.....	46
5.6 ผลการทดสอบการกระจายอุณหภูมิและการเกิดเขม่าควันของหัวเผา น้ำมันพีช.....	46
5.6.1 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตา กับหัวเผาน้ำมันพีชที่ระยะ 1 ซม.....	46
5.6.1.1 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมัน พีชที่ระยะ 1 ซม.....	46
5.6.1.2 การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพีชที่ ระยะ 1 ซม.....	47
5.6.2 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตา กับหัวเผาน้ำมันพีชที่ระยะ 1.5 ซม.....	49
5.6.2.1 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมัน พีชที่ระยะ 1.5 ซม.....	49
5.6.2.2 การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพีชที่ ระยะ 1.5 ซม.....	50
5.6.3 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตา กับหัวเผาน้ำมันพีชที่ระยะ 2 ซม.....	51
5.6.3.1 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมัน พีชที่ระยะ 2 ซม.....	51
5.6.3.2 การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพีช ที่ระยะ 2 ซม.....	53
5.6.4 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตา กับหัวเผาน้ำมันพีชที่ระยะ 2.5 ซม.....	54

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.6.4.1	การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมัน พืชที่ระยะ 2.5 ซม.....	54
5.6.4.2	การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืช ที่ระยะ 2.5 ซม.....	56
5.6.5	การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตา กับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 3 ซม.....	58
5.6.5.1	การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมัน พืชที่ระยะ 3 ซม.....	58
5.6.5.2	การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืช ที่ระยะ 3 ซม.....	60
5.6.6	การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตา กับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 3.5 ซม.....	61
5.6.6.1	การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมัน พืชที่ระยะ 3.5 ซม.....	61
5.6.6.2	การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืช ที่ระยะ 3.5 ซม.....	64
5.6.7	การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตา กับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 4 ซม.....	65
5.6.7.1	การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมัน พืชที่ระยะ 4 ซม.....	65
5.6.7.2	การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืช ที่ระยะ 4 ซม.....	68
5.7	ผลการเปรียบเทียบการกระจายอุณหภูมิที่ก้นภาชนะที่ระยะห่างเตาต่างๆ	70
5.8	การวิเคราะห์การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันของหัวเผาน้ำมัน พืช.....	70
5.9	ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับค่าความร้อนที่ป้อน.....	71
5.10	ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ป้อน.....	72
5.11	ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ได้.....	72
5.12	ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เผา.....	73

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	74
6.1 บทสรุป.....	74
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	76
เอกสารอ้างอิง.....	77
ภาคผนวก ก.....	78
ภาคผนวก บทความที่ได้รับการตีพิมพ์.....	80
ประวัติผู้เขียน.....	88

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงลักษณะการใช้พลังงานภายในประเทศไทยโดยคิดเป็นร้อยละ.....	1
2.1 คุณสมบัติของแก๊ส LPG.....	9
2.2 คุณสมบัติของน้ำมันพีชชนิดต่างๆ.....	10
4.1 คุณสมบัติของเครื่องมือวัดอัตราการไหล.....	34
4.2 คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิล.....	36
4.3 คุณสมบัติของเครื่องวัดอุณหภูมิ.....	36
6.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแบบต่างๆ.....	74
6.2 ตารางการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเตาประเภทต่างๆ.....	75
6.3 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตาที่ประสิทธิภาพสูงสุดของเตาทุกตัว.....	76

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงเปลวไฟแบบไม่มีการผสมและแบบที่มีการผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิง.....	7
2.2 หัวเผาเชื้อเพลิงของแข็ง.....	11
2.3 หัวเผาเชื้อเพลิงของเหลว (แบบไม่มีห้องเผาไหม้ช่วย).....	11
2.4 หัวเผาเชื้อเพลิงเหลว (แบบมีห้องเผาไหม้ช่วย).....	12
2.5 หัวฉีดผสมเชื้อเพลิงของหัวเผาแบบเชื้อเพลิงเหลว.....	12
2.6 หัวเผาเชื้อเพลิงก๊าซ.....	13
2.7 หัวเผาเชื้อเพลิงร่วม.....	13
2.8 แสดงลักษณะของเตาแก๊สหุงต้มแอลพีจี.....	14
3.1 แสดงแบบหัวเผาแบบที่ 1.....	16
3.2 แสดงแบบหัวเผาแบบที่ 2.....	17
3.3 แสดงแบบหัวเผาแบบที่ 3.....	19
3.4 แสดงแบบหัวเผาแบบที่ 4.....	21
3.5 แสดงแบบหัวเผาแบบที่ 5.....	22
4.1 เตาแบบ Conventional radial flow slotted-burner (CB).....	26
4.2 เตาแบบ Swirl flow central flame burner (NB).....	27
4.3 เตาแบบ Radiant burner (RB).....	29
4.4 เตาแบบ Swirl flow central flame ที่มีการเพิ่ม Swirl (SB).....	30
4.5 เตาน้ำมันพืช (Oil).....	33
4.6 เครื่องมือวัดอัตราการไหล.....	34
4.7 เครื่องวัดอุณหภูมิ.....	35
4.8 มาตรฐานวัดอุณหภูมิแบบคิจิตอล.....	35
4.9 แสดงวงจรการทำงานของหัวเผาแก๊ส LPG และอุปกรณ์การทดสอบ.....	37
4.10 แสดงวงจรการทำงานของหัวเผาน้ำมันพืชและอุปกรณ์การทดสอบ.....	38
4.11 แสดงการวัดการกระจายอุณหภูมิและการเกิดเขม่าควันของหัวเผาน้ำมันพืช.....	40
5.1 เปรียบเทียบระหว่างเวลาในการอุ่นหัวเผากับการใช้อัตราการไหลของแก๊ส LPG ที่อัตราการไหล ต่างๆ.....	42
5.2 เปรียบเทียบค่าความร้อนที่ป้อนกับเวลาที่ใช้.....	43
5.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้ม.....	44

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.4 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 1cm ที่ระยะ $Z=0.5$ cm.....	47
5.5 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 1cm ที่ระยะ $Z=1$ cm.....	47
5.6 แสดงกั้นภาชนะก่อนการทดสอบ.....	48
5.7 แสดงกั้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 1 cm.....	48
5.8 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 1.5 cm ที่ระยะ $Z=0.5$ cm.....	49
5.9 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 1.5 cm ที่ระยะ $Z=1$ cm.....	49
5.10 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 1.5 cm ที่ระยะ $Z=1.5$ cm.....	50
5.11 แสดงกั้นภาชนะก่อนการทดสอบ.....	50
5.12 แสดงกั้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 1.5 cm.....	51
5.13 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2 cm ที่ระยะ $Z=0.5$ cm.....	52
5.14 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2 cm ที่ระยะ $Z=1$ cm.....	52
5.15 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2 cm ที่ระยะ $Z=1.5$ cm.....	52
5.16 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2 cm ที่ระยะ $Z=2$ cm.....	53
5.17 แสดงกั้นภาชนะก่อนการทดสอบ.....	53
5.18 แสดงกั้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 2cm.....	54
5.19 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2.5 cm ที่ระยะ $Z=0.5$ cm.....	55
5.20 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2.5 cm ที่ระยะ $Z=1$ cm.....	55
5.21 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2.5 cm ที่ระยะ $Z=1.5$ cm.....	55
5.22 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2.5 cm ที่ระยะ $Z=2$ cm.....	56
5.23 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2.5cm ที่ระยะ $Z=2.5$ cm.....	56
5.24 แสดงกั้นภาชนะก่อนการทดสอบ.....	57
5.25 แสดงกั้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 2.5 cm.....	57
5.26 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3cm ที่ระยะ $Z=0.5$ cm.....	58
5.27 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ $Z=1$ cm.....	58
5.28 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ $Z=1.5$ cm.....	59
5.29 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ $Z=2$ cm.....	59
5.30 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ $Z=2.5$ cm.....	59
5.31 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ $Z=3$ cm.....	60

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.32	แสดงกั้นภาชนะก่อนการทดสอบ.....60
5.33	แสดงกั้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 3 cm.....61
5.34	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ Z=0.5 cm.....62
5.35	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ Z=1 cm.....62
5.36	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ Z=1.5 cm.....62
5.37	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ Z=2 cm.....63
5.38	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ Z=2.5 cm.....63
5.39	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ Z=3 cm.....63
5.40	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ Z=3.5 cm.....64
5.41	แสดงกั้นภาชนะก่อนการทดสอบ.....64
5.42	แสดงกั้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 3.5cm.....65
5.43	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=0.5 cm.....66
5.44	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=1 cm.....66
5.45	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=1.5 cm.....66
5.46	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=2 cm.....67
5.47	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=2.5 cm.....67
5.48	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=3 cm.....67
5.49	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=3.5 cm.....68
5.50	การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=4 cm.....68
5.51	แสดงกั้นภาชนะก่อนการทดสอบ.....69
5.52	แสดงกั้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 4cm.....69
5.53	แสดงการเปรียบเทียบการกระจายอุณหภูมิที่กั้นภาชนะที่ระยะห่างต่างๆ.....70
5.54	แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับค่าความร้อนที่ป้อน.....71
5.55	แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ป้อน.....72
5.56	แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ได้.....72
5.57	แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตา.....73

รายการคำย่อและสัญลักษณ์

CB	Conventional radial flow slotted-burner
C_{P,H_2O}	ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ , kJ/kg °C
HHV	Higher heating value
LHV	Lower heating value
LPG	Liquefied Petroleum Gas
m_{H_2O}	มวลของน้ำ , (kg)
NB	Swirl flow central flame burner
Oil	Oil burner
Q_{input}	ปริมาณความร้อนเชื้อเพลิงที่ใช้ , (kJ)
RB	Radiant burner
r	พิกัดในแนวรัศมีของหัวเผา , (cm)
SB	Swirl flow central flame burner ที่เพิ่ม Swirl
T_f	อุณหภูมิน้ำสุดท้าย , (°C)
T_i	อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น , (°C)
z	พิกัดความสูงในแนวตั้งของหัวเผา , (cm)
η_{th}	ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา , (%)

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันมีการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆซึ่งเชื้อเพลิงก็เป็นพลังงานอย่างหนึ่งในอดีตจนถึงปัจจุบันมีการใช้เชื้อเพลิงมากขึ้นทุกวันไม่ว่าจะเป็นเชื้อเพลิงในรูปของแข็งหรือของเหลวและก๊าซ ซึ่งในปัจจุบันพลังงานเหล่านี้วันจะยิ่งลดน้อยลงทุกวัน ซึ่งในประเทศไทยมีการใช้พลังงานเหล่านี้จะเป็นการใช้เชื้อเพลิงประเภทของน้ำมันและก๊าซมาก โดยได้มีการแสดงลักษณะการใช้พลังงานในประเทศไทย โดยคิดเป็นร้อยละได้เป็นไปตามตารางที่ 1.1 ได้นำเสนอ

ตารางที่ 1.1 แสดงลักษณะการใช้พลังงานภายในประเทศไทย โดยคิดเป็นร้อยละ

แหล่งพลังงาน	พ.ศ.2526	พ.ศ.2534	พ.ศ.2539	พ.ศ.2543
ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม	51.0	42.1	43.7	45.0
ก๊าซธรรมชาติ	-	15.6	18.3	20.5
พลังน้ำ	7.9	4.0	4.3	4.5
ลิกไนต์และถ่านหินชีวมวลประกอบด้วย				
ถ่านไม้	13.9	13.9	12.6	12.0
ไม้ฟัน	16.6	9.8	7.2	6.5
ชานอ้อย	6.7	5.4	5.2	5.2
แกลบและของเหลือจากการเกษตรกรรม	2.9	0.8	0.8	0.8
รวมร้อยละ	100.0	100.0	100.0	100.0
เทียบเท่าน้ำมันดิบ(ล้านบาร์เรล)	132	238	279	312

ที่มา:สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม

เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีการใช้พลังงานในรูปของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติค่อนข้างมากจึงได้มีการใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆไม่ว่าจะเป็นพลังงานจากแสงอาทิตย์หรือพลังจากแอลกอฮอล์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้พลังงานทดแทนในรูปของน้ำมันพืช โดยในงานวิจัยนี้ได้แนะนำการใช้ไขมันพืชที่ผ่านการใช้งานมาแล้วมาเป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหาร ซึ่งจะช่วยประหยัดหรือลดการใช้ก๊าซในครัวเรือนได้ไม่มากนัก

โดยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบ การสร้างและการพัฒนาหัวเผา รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่อหัวเผาที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันพืช เช่น ผลของอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่อัตราการไหลต่างๆที่มีผลต่อ ระยะเวลาในการอุ่นหัวเผา การกระจายอุณหภูมิ การเกิดเขม่าควันและทำการศึกษากการใช้หัวเผาเชื้อเพลิงร่วมเพื่อทดแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์โดยเปรียบเทียบกับ การใช้หัวเผาก๊าซหุงต้ม ซึ่งคาดหวังว่าในอนาคตสามารถที่จะนำหัวเผาน้ำมันพืชที่ถูกสร้างขึ้นมานำไปใช้งานเพื่อเกิดประโยชน์และยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการประกอบอาหารได้อีกทางหนึ่งด้วยและยังสามารถช่วยทดแทนเชื้อเพลิงที่มีการใช้กันอยู่ในปัจจุบันและอาจมีการนำไปใช้แทนการขาดแคลนเชื้อเพลิงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและวิจัย

ในวิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อทำการออกแบบและสร้างหัวเผาน้ำมันพืชเพื่อใช้ในการทดสอบตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการใช้งานของหัวเผาน้ำมันพืช
2. เพื่อศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการอุ่นหัวเผา ซึ่งใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิงในการอุ่นหัวเผา ที่อัตราการไหลของแก๊ส LPG ต่างๆ
3. เพื่อศึกษาถึงสมรรถนะของหัวเผาน้ำมันพืชเปรียบเทียบกับหัวเผาก๊าซหุงต้ม
4. เพื่อศึกษาการเกิดเขม่าควันและการกระจายอุณหภูมิ เมื่อปรับเปลี่ยนระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืช
5. เพื่อศึกษาการใช้หัวเผาน้ำมันพืชเพื่อทดแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์โดยเปรียบเทียบกับ การใช้หัวเผาก๊าซหุงต้ม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในวิทยานิพนธ์นี้มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. สร้างหัวเผาน้ำมันพืชที่สามารถใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงได้
2. ทำการออกแบบและสร้างชุดทดลองการทำงานของหัวเผาน้ำมันพืช
3. ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พิจารณาผลภาวะที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้
4. ในการศึกษาสมรรถนะการทำงานของหัวเผาน้ำมันพืชใช้การสังเกตและเครื่องมือวัดพื้นฐาน
5. ทำการศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการอุ่นหัวเผาน้ำมันพืช ที่อัตราการไหลของแก๊ส LPG ต่างๆ

6. ทำการศึกษาสมรรถนะของหัวเผ้าน้ำมันพืชเปรียบเทียบกับหัวเผาก๊าซหุงต้ม
7. ทำการศึกษาการเกิดเขม่าควันและการกระจายอนุภาคน้ำมัน เมื่อปรับเปลี่ยนระยะห่างของฐานเตากับหัวเผ้าน้ำมันพืช
8. ทำการศึกษาการใช้หัวเผ้าน้ำมันพืชเพื่อทดแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์โดยเปรียบเทียบกับ การใช้หัวเผาก๊าซหุงต้ม

1.4 สมมติฐานจากการศึกษา

1. น้ำมันพืชมีจุดติดไฟที่สูงการให้ความร้อนก่อนทำให้ช่วยในการจุดติดไฟได้ง่ายขึ้น
2. การให้ความร้อนกับน้ำมันพืชเพื่อให้น้ำมันพืชเป็นไอ นั้น ทำให้สามารถผสมกับอากาศได้ดี และช่วยในการเผาไหม้
3. การใช้ Nozzle นั้นเพื่อให้เชื้อเพลิงที่ผ่านรู nozzle นั้นมีความเร็ว เพื่อให้สามารถเหนี่ยวนำอากาศบริเวณรอบๆด้านข้างเข้าไปผสมกับเชื้อเพลิง เพื่อช่วยในการเผาไหม้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในวิทยานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบ สร้าง และ ทดสอบการทำงานของหัวเผ้าน้ำมันพืช ซึ่งคาดว่าจะมีประโยชน์ดังนี้

1. ในด้านการศึกษา จะเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาหัวเผ้าน้ำมันพืชที่หลีกเลี่ยงการใช้งานแล้วนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนโดยการนำไปใช้กับหัวเผ้าน้ำมันพืชและเป็นต้นแบบหัวเผาที่สามารถนำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ให้การใช้งานได้ง่ายขึ้นอีกต่อไป
2. ในด้านเศรษฐกิจ ทำให้ช่วยลดการใช้ทรัพยากรเชื้อเพลิงที่นำมาให้ความร้อนและสามารถเพิ่มทางเลือกในการใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้งานมากที่สุด รวมทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการประกอบอาหารและยังทำให้เกิดสุข โภชนาการที่ดีขึ้นอีกด้วย
3. สามารถนำหัวเผ้าน้ำมันพืชไปใช้งานประเภทอื่นๆได้อีกด้วย

บทที่ 2.

ทฤษฎีและเทคโนโลยีการเผาไหม้

2.1 บทนำ

ในการออกแบบสร้างหัวเผา น้ำมันพีชนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาปัจจัยที่สร้างผลกระทบต่อการออกแบบส่วนประกอบของหัวเผาและอีกทั้งยังต้องมีการศึกษาหัวเผาที่มีการใช้งานอยู่ เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติ และ ปัจจัยในส่วนต่างๆ ที่สร้างผลกระทบต่อหัวเผาในขณะที่หัวเผามีการใช้งานในแต่ละลักษณะ ก่อนที่จะทำการออกแบบ

2.2 งานวิจัยที่ผ่านมา

1. Pressure-Jet Oil Boiler Use [1] เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีประเภทหัวเผา น้ำมัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอในรูปแบบการใช้หัวเผา น้ำมัน ในหม้อไอน้ำ โดยใช้การทำงานของหัวเผาเป็นแบบแรงดันเพื่อให้ น้ำมัน นั้นแตกตัวเป็นฝอยละออง เพื่อง่ายต่อการเผาไหม้ โดยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอ ลักษณะของการเป็นฝอยละอองของ น้ำมัน, ลักษณะการผสมกันระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิง, ลักษณะของกลไกการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี, ลักษณะของกลไกการเกิดปฏิกิริยาในการสันดาป, ขนาดของละอองเชื้อเพลิง, ขนาดของละอองเชื้อเพลิงที่เหมาะสมต่อการสันดาป, การเกิดเสถียรภาพของการเกิดเปลวไฟที่เกิดขึ้นกับหัวเผา ซึ่งวิจัยโดย A.M.Brown B.Sc., Journal of the Institute of Fuel
2. On the Development of a Coal Fired Precessing Jet Burner [2] เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาหัวเผา ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการปรับปรุงหัวเผาประเภทนี้แล้วจะส่งผลต่อการเกิดลักษณะของเปลวไฟในรูปร่างที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งจากผลของการเปลี่ยนแปลงลักษณะของรูปร่างเปลวไฟที่ปรับปรุงในครั้งนี้จะส่งผลต่อการผสมกันระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงให้ดีขึ้นด้วย ซึ่งวิจัยโดย J.P.Smart, G.J.Nathan, D.S.Nobcs และ D.J.Morgan IFRF Combustion Journal
3. The Structure of an Acoustically Forced, Reacting Two-Phase Jet [9] เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะ โครงสร้างของการเกิดปฏิกิริยาในการสันดาป, ลักษณะการเป็นฝอยละอองของเชื้อเพลิง, การผสมกันระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิง, ขนาดของละอองเชื้อเพลิงที่เหมาะสมต่อการสันดาป, ผลของการระเหยของละอองเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นบนหัว

พ่น, ลักษณะของการเกิดเปลวไฟบนหัวพ่น ซึ่งวิจัยโดย C. Wark, K. Eickmann, and C. Richards, Combustion and flame

4. Effect of Turbulence on Vaporization, Mixing, and Combustion of Liquid-Fuel Sprays [7] เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะ โครงสร้างของการเกิดเปลวไฟของหัวฉีดโดยใช้แรงดันทำให้เกิดการเป็นฝอยละออง, ลักษณะการผสมกันระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิง, ลักษณะของการเกิดฝอยละอองของหัวฉีด, ลักษณะของการกระจายตัวของเปลวไฟบนหัวฉีด ซึ่งวิจัยโดย Rafal J. Sornek, Ritsu Dobashi, and Toshisuke Hirano, Combustion and flame

2.3 ทฤษฎีการเผาไหม้

2.3.1 ความหมายของการเผาไหม้ [8]

การเผาไหม้ หมายถึง ปฏิกิริยาเคมีระหว่างเชื้อเพลิงกับออกซิเจน โดยที่พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในโมเลกุลของเชื้อเพลิงจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปของพลังงานความร้อน ซึ่งปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว สำหรับเชื้อเพลิงที่ใช้ส่วนมากจะเป็นสารประกอบของไฮโดรคาร์บอน ซึ่งจะมีคาร์บอนและออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนตัวออกซิไดซ์มักจะเป็นอากาศซึ่งจะประกอบด้วยไนโตรเจน (N_2) 78%, ออกซิเจน (O_2) 20.9%, อาร์กอน (Ar) 0.9% ที่เหลือเป็นองค์ประกอบอื่นๆ สำหรับออกซิเจนบริสุทธิ์นั้น ไม่นิยมใช้เนื่องจากมีราคาแพง

ปฏิกิริยาการเผาไหม้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. Exothermic Reaction คือปฏิกิริยาที่ขณะเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีการคายความร้อนออกสู่สภาวะแวดล้อม
2. Endothermic Reaction คือปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่มีการดูดความร้อนเข้าสู่ระบบทำให้สภาวะแวดล้อมรอบข้างเย็นลง

ในการวิเคราะห์การเผาไหม้จะประมาณว่าในอากาศแห้งประกอบด้วยไนโตรเจน (N_2) 79%, ออกซิเจน (O_2) 21% นั่นคือในทุกๆ โมลของออกซิเจน (O_2) ที่เข้าทำปฏิกิริยาจะมีไนโตรเจน (N_2) 3.76 โมลเข้าสู่ปฏิกิริยาคู่ หรือกล่าวอีกในหนึ่งก็คือ ถ้าเราต้องการออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยา 1 โมลจะต้องใช้อากาศ 4.36 โมล

ในปฏิกิริยาการเผาไหม้ ไนโตรเจน (N_2) จะไม่เข้าทำปฏิกิริยาแต่เป็นที่น่าสังเกตว่าไนโตรเจน (N_2) เข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่อุณหภูมิต่ำแต่ออกมาที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นจะมีพลังงานความร้อนส่วนหนึ่งสูญเสียไปกับไนโตรเจน (N_2) และนอกจากนั้นถ้าอุณหภูมิของการเผาไหม้สูงมาก ๆ ประกอบกับมีปริมาณของอากาศส่วนเกิน (Excess Air) มากพอที่ไนโตรเจน (N_2) จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (O_2) เกิดเป็นแก๊สพิษ NO_x ขึ้นได้

ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเผาไหม้

ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้หรือไอเสีย หาได้จากการวิเคราะห์แก๊สไอเสีย ซึ่งในการวิเคราะห์จะตั้งสมมติฐานว่า ในอากาศแห้ง 1 โมล ประกอบด้วย N_2 79% และ O_2 21% นั่นคือใน 1 โมลของ O_2 ที่เข้าไปทำปฏิกิริยาจะมี N_2 3.76 โมลที่เข้าสู่งการทำปฏิกิริยาคู่ ซึ่งในการทำปฏิกิริยาการเผาไหม้ N_2 จะสมมติให้ไม่มีการทำปฏิกิริยา เนื่องจาก N_2 เป็นสารเฉื่อย

สำหรับแก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งจะมีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก การเผาไหม้สมบูรณ์จะแสดงด้วยสมการดังนี้



ในทางปฏิบัติ ปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นจะไม่สมบูรณ์ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากผลิตภัณฑ์ข้างต้นคือ CO และไฮโดรคาร์บอนส่วนที่เผาไหม้ไม่หมด นอกจากนี้ผลจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นประกอบกับมีปริมาณ excess air มากพอ N_2 จะทำปฏิกิริยากับ O_2 จึงเกิดเป็น NO_x ขึ้นได้ ซึ่งการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ แสดงด้วยสมการ



2.3.2 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง [4] [5]

ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงคือ ค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยเปลี่ยนจากพลังงานเคมีเป็นพลังงานความร้อน โดยไม่คำนึงถึงทิศทาง มีค่าเท่ากับ Enthalpy of Reaction

สารเชื้อเพลิง ซึ่งโดยมากจะประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก เมื่อเกิดการเผาไหม้กับแก๊สออกซิเจน จะเกิดผลิตภัณฑ์หลัก ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานความร้อน โดยน้ำที่ได้อาจจะอยู่ในรูปของไอหรือของเหลวก็ได้ โดยจะเรียกค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้แล้วได้ผลิตภัณฑ์ออกมาเป็นน้ำที่อยู่ในสถานะของเหลวว่า Higher Heating Value (HHV) และถ้าได้น้ำในสถานะของไอจะเรียกว่า Lower Heating Value (LHV) โดยที่

$$HHV = LHV + (N\bar{h}_{fg,25C})_{H_2O} \quad \text{KJ/Kg} \quad (2.3)$$

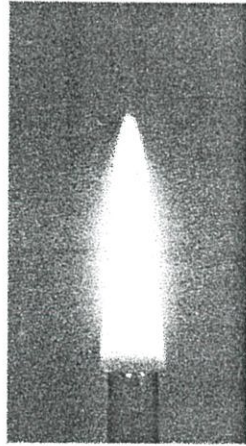
เมื่อ N = จำนวนโมเลกุลของน้ำภายในผลิตภัณฑ์

$\bar{h}_{fg,25C}$ = ค่าเอนทาลปีของการกลายเป็นไอของน้ำที่ $25^\circ C$ KJ/Kg

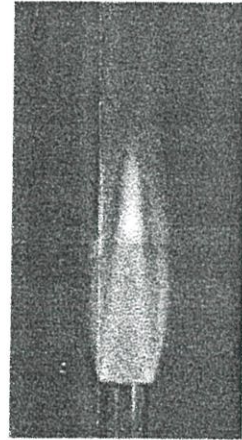
ในทางปฏิบัติสามารถทดสอบหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงได้จากอุปกรณ์ Bomb Calorimeter

2.3.3 การผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิง (Mixing)

การผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงบางส่วนก่อนการเผาไหม้ (Premixed Combustion) นั้นมีส่วนสำคัญในการเผาไหม้ เนื่องจากการผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงที่ดีจะสามารถช่วยลดการเกิดเขม่าและควันจากคาร์บอนขณะที่ทำการเผาไหม้ได้ ซึ่งทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ และ ยังเพิ่มประสิทธิภาพด้านอุณหภูมि ความเสถียรของเปลวไฟที่เกิดขึ้นขณะทำการเผาไหม้



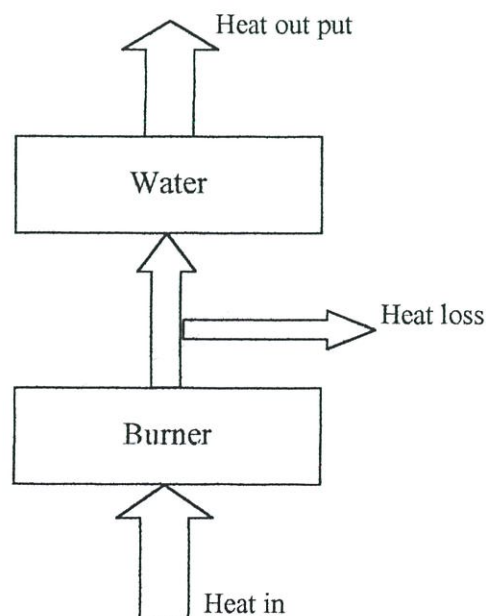
Non-premixed Flame



Premixed Flame

รูปที่ 2.1 แสดงเปลวไฟแบบไม่มีการผสม และ แบบที่มีการผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิง [4]

2.3.4 การวัดค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน [5]



การวัดประสิทธิภาพเชิงความร้อนซึ่งจะหาได้จาก ค่าความร้อนสัมผัสที่น้ำได้รับ โดยการค้มน้ำจากอุณหภูมิห้องจนใกล้จุดเดือดของน้ำ(ประมาณ $90^{\circ}C$) แล้ววัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งหาได้จากเวลาที่ใช้ในการค้มน้ำและอัตราการไหลของแก๊สเชื้อเพลิง แล้วนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนดังสมการต่อไปนี้

$$\% \eta_{th} = \frac{m_{H_2O} \times c_{p,H_2O} (T_f - T_i)}{Q_{input}} \times 100 \quad (2.4)$$

เมื่อ η_{th} = ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้ม, %
 c_{p,H_2O} = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ, kJ/kg $^{\circ}C$
 m_{H_2O} = มวลของน้ำ, kg
 T_f = อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ, $^{\circ}C$
 T_i = อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำ, $^{\circ}C$
 Q_{input} = ปริมาณความร้อนเชื้อเพลิงที่ใช้, kJ

โดยในการทดสอบครั้งนี้มีเงื่อนไขในการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบครั้งนี้นำหัวเผามาให้ความร้อนกับน้ำที่ภาชนะเดียวกันทุกๆหัวเผา
2. ใช้ภาชนะบรรจุน้ำที่มีขนาดเดียวกันทุกๆการทดสอบของหัวเผา
3. ทดสอบภายในห้องปิด ซึ่งสามารถควบคุมการสูญเสียความร้อนจากการพาของลม
4. ทดสอบที่สภาวะบรรยากาศเดียวกันทุกๆหัวเผา

2.3.5 คุณสมบัติของแก๊ส LPG [6]

แก๊สLPGได้มาจากการแยกส่วนประกอบของแก๊สธรรมชาติและน้ำมันดิบ มีส่วนประกอบของคาร์บอน(C)ในระดับ C_3 และ C_4 เป็นองค์ประกอบหลัก เนื่องจากแก๊สLPGมีจุดเดือดที่ต่ำมาก ดังนั้นที่ความดันบรรยากาศ แก๊สLPGจะมีสถานะเป็นแก๊ส แต่จะถูกอัดให้อยู่เป็นในสถานะของเหลวอยู่ในถังที่มีความดันสูง ในการใช้งานเมื่อแก๊สLPGถูกปล่อยออกจากถังบรรจุ จะมีสถานะเป็นแก๊สและมีคุณสมบัติที่หนักกว่าอากาศ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส ดังนั้นถ้าเกิดการรั่วไหลก็จะกระจายลงสู่ที่ต่ำ เมื่อผสมกับอากาศและมีประกายไฟเกิดขึ้น ก็อาจจะเกิดทำให้เกิดอุบัติเหตุไฟไหม้เกิดขึ้นได้ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยจึงต้องเติมสารประกอบที่มีกลิ่นลงไป เพื่อให้ผู้ใช้ทราบหากเกิดแก๊สรั่วไหลหรือผู้ใช้ลิ้มปึกว่าล้ดงแก๊ส สารประกอบที่เติมลงไปเป็นสารจำพวก เมอร์แคปแทน (Mercaptan)

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของแก๊สLPG(Propane C_3H_8 :Butane C_4H_{10}) ที่ $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 atm

LPG	ความหนาแน่น (kg / m^3)	ค่าความร้อน(net)	
		MJ / m^3	MJ / kg
70/30byvol%	1.967	102.06	51.88

ที่มา ปตทและคู่มือวิศวกรเครื่องกล

2.3.6 คุณสมบัติของน้ำมันพืช

สมบัติทางกายภาพของน้ำมัน

สมบัติทางกายภาพของน้ำมันได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่น ความหนืด ความร้อนจำเพาะ ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ จุดเกิดควัน

-ความถ่วงจำเพาะ หมายถึง ค่าของความหนาแน่นของน้ำมัน โดยวัดความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิมาตรฐาน 15 องศาเซลเซียส เครื่องมือที่ใช้วัดความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเรียกว่า ไฮโดรมิเตอร์ ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน การทราบค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันแต่ละชนิดทำให้สามารถใช้ค่าของความถ่วงจำเพาะเพื่อบอกความบริสุทธิ์ของน้ำมันได้ เพราะถ้ามีการปนปลอมน้ำมัน จะทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

-จุดเกิดควัน เมื่อน้ำมันได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิหนึ่งความร้อนจะทำให้ไขมันสลายตัวกลายเป็นควันลอยขึ้นมา เรียกอุณหภูมิที่ทำให้เกิดควันขึ้นว่า จุดเกิดควัน เนื่องจากส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันแต่ละชนิดแตกต่างกัน จึงทำให้น้ำมันมีจุดเกิดควันไม่เท่ากัน

-ความหนาแน่น หมายถึง มวลของน้ำมันต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ความหนาแน่นของน้ำมันขึ้นอยู่กับ ค่าซาปอนนิฟิเคชัน,ค่าไอ โอคีน,ปริมาณกรดไขมันอิสระ,ปริมาณน้ำและอุณหภูมิของน้ำมัน

-ความร้อนจำเพาะ หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้ไขมันหนึ่งหน่วยมวลมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ที่สภาวะความดันคงที่ หรือ ปริมาตรคงที่

-ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารหนึ่งหน่วยมวลเปลี่ยนแปลงสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ ที่อุณหภูมิและความดันคงที่

-จุดวาบไฟและจุดติดไฟ

จุดติดไฟ หมายถึง อุณหภูมิต่ำสุดของของเหลวที่ไอของมันเกิดติดไฟและดับทันที จุดนี้หาได้ง่ายจากการค่อยๆ ให้ความร้อนแก่น้ำมันพอลถึงจุดๆหนึ่ง(อุณหภูมิ)จะเกิดเปลวไฟกวาดไปบนพื้นผิวหน้าน้ำมันวาบหนึ่งและกดับ ส่วนจุดติดไฟ คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่ไอน้ำมันเกิดติดไฟ และติดอยู่ได้ไม่ต่ำกว่า 5 วินาที

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของน้ำมันพืชชนิดต่างๆ(Properties of Vegetable oil)

ชนิดของน้ำมันพืช	จุดเกิดควัน($^{\circ}C$)	จุดติดไฟ($^{\circ}C$)	ค่าความร้อนจากการเผาไหม้ (Net) (kJ/kg)
น้ำมันละหุ่ง	200	335	39,490
น้ำมันมะพร้าว	194	292	37,540
น้ำมันปาล์ม	196	318	39,550
น้ำมันข้าวโพด	227	359	39,470
น้ำมันถั่วเหลือง	256	356	39,350

ที่มา : ศูนย์บริการสารสนเทศทางเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และ สิ่งแวดล้อม

ซึ่งกรณีในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้น้ำมันปาล์มที่ผ่านการใช้งานมาแล้วใช้ในการทดสอบเนื่องจากค่าความร้อนจากการเผาไหม้นั้นมีค่ามากที่สุด ซึ่งได้จากแหล่งน้ำมันที่เหลือใช้จากการทอดปาท่องโก๋ในตลาดโดยเป็นน้ำมันปาล์มยี่ห้อมรกตที่ผ่านการใช้งานมาประมาณ 3-4 วัน โดยน้ำมันที่เหลือใช้นี้จะทำการกรองนำเอาสกปรกที่ปะปนมากับน้ำมันออกก่อนนำไปทำการทดสอบ ซึ่งจะให้ค่าความร้อนจากการเผาไหม้อยู่ที่ 38,999 kJ/kg โดยผ่านการทดสอบจากการใช้ Bomb Calorimeter

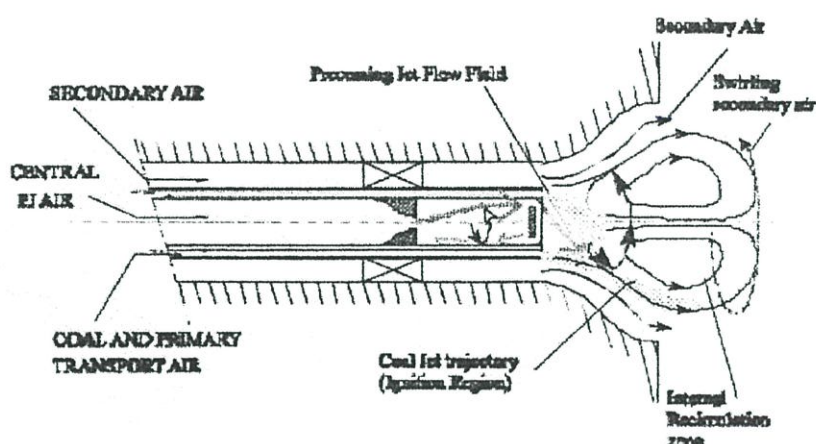
2.4 ประเภทของหัวเผา

หัวเผาที่มีการใช้งานอยู่ตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันมีการนำไปใช้งานในหลายรูปแบบ โดยมีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท สามารถที่จะจำแนกประเภทของหัวเผาได้หลายอย่าง แต่ในวิทยานิพนธ์นี้ได้จำแนกประเภทของหัวเผาตามชนิดการใช้เชื้อเพลิง ซึ่งสามารถแยกได้เป็น 4 ประเภทหลัก ดังนี้

2.4.1 หัวเผาเชื้อเพลิงของแข็ง (Coal burner)

หัวเผาที่ใช้เชื้อเพลิงของแข็งส่วนใหญ่มีการใช้งานในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เนื่องจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทำงาน มีราคาต่ำกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น และมีมากในหลายประเทศ ส่งผลให้สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ เช่น พงถ่านหิน เป็นต้น โดยหัวเผานี้ส่วนใหญ่ใช้งานในอุตสาหกรรม เช่น การถลุงเหล็ก การผลิตกระแสไฟฟ้า ฯลฯ หัวเผาลักษณะนี้ใช้การจ่ายอากาศด้วยความเร็วสูงผ่านหัวฉีดในบริเวณแกนกลาง ในช่องทางด้านข้างจะจ่ายพองถ่านหินไปผสมกับอากาศที่มีความเร็วสูงที่เปลี่ยนทิศทางโดยแผ่นกั้น ทำให้อากาศหมุนวนผสมกับพองถ่านหินแล้วเกิดทำการเผาไหม้บริเวณด้านหน้าของหัวเผา โดยมีอากาศส่วนหนึ่งจากช่องทางด้านข้างเพื่อช่วย

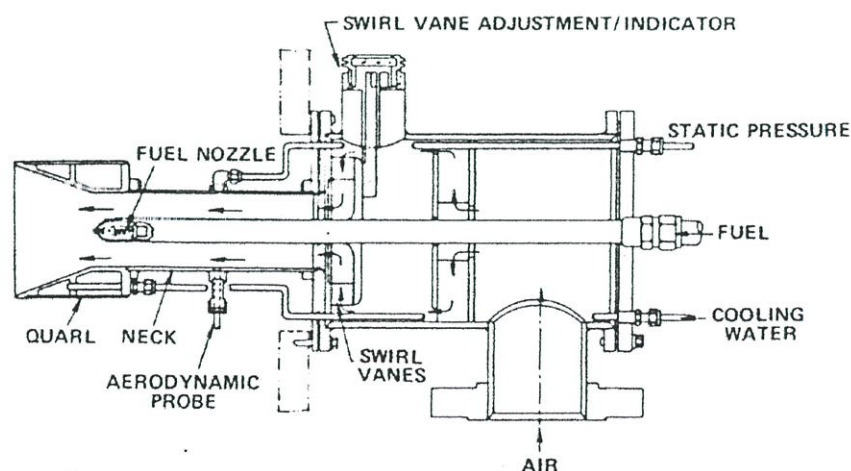
เพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ แต่ในหัวเผาแบบนี้ปัญหาที่เกิดขึ้นด้านมลภาวะที่ปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ ซึ่งควรมีการบำบัดก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ



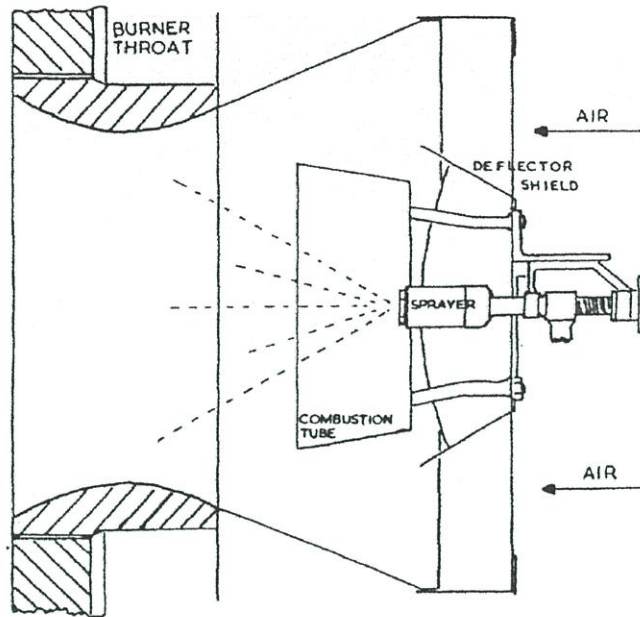
รูปที่ 2.2 หัวเผาเชื้อเพลิงของแข็ง [2]

2.4.2 หัวเผาเชื้อเพลิงของเหลว (Oil burner)

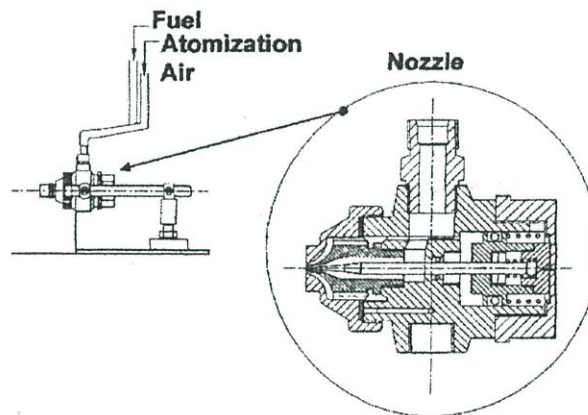
หัวเผาที่ใช้เชื้อเพลิงของเหลวมีการใช้งานส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมขนาดกลาง และ ขนาดเล็ก เช่น เตาเผาขยะ เตาเผาศพ หม้อไอน้ำ เป็นต้น เนื่องจากมีความสะดวกในส่วนเชื้อเพลิงที่ใช้สามารถหาได้ง่าย โดยใช้เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน น้ำมันเตา เป็นต้น หัวเผาในลักษณะนี้อาศัยหลักการทำให้เชื้อเพลิงมีกระจายตัวเข้าไปยังห้องเผาไหม้ด้วยแรงดันสูงผสมกับอากาศที่มีการหมุนวน ซึ่งผลดีจากหัวเผา นี้ คือ ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิง การเผาไหม้มีความสมบูรณ์ และ มลภาวะจากการเผาไหม้น้อยกว่าแบบเชื้อเพลิงของแข็ง



รูปที่ 2.3 หัวเผาเชื้อเพลิงของเหลว (แบบ ไม่มีห้องเผาไหม้ช่วย) [1]



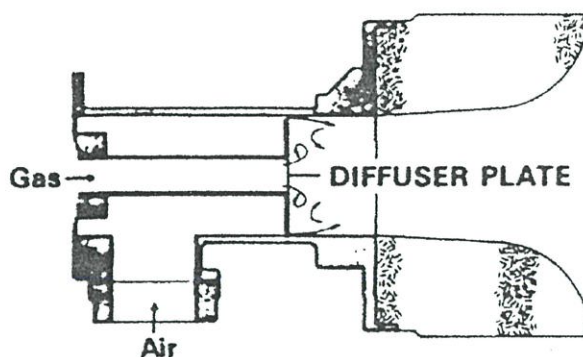
รูปที่ 2.4 หัวเผาเชื้อเพลิงเหลว (แบบมีห้องเผาไหม้ช่วย) [1]



รูปที่ 2.5 หัวฉีดผสมเชื้อเพลิงของหัวเผาแบบเชื้อเพลิงเหลว [7]

2.4.3 หัวเผาเชื้อเพลิงก๊าซ (Gas burner)

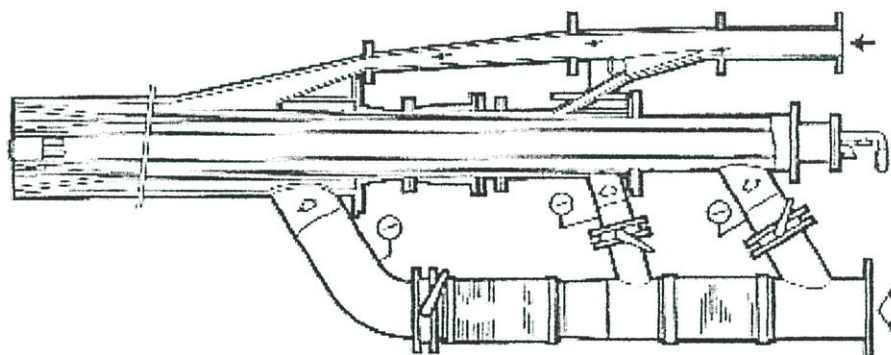
หัวเผาที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซการใช้งานส่วนใหญ่จะอยู่ในอุตสาหกรรมขนาดกลาง และ ขนาดเล็ก เช่น เตาเผาในอุตสาหกรรมผลิตแก้ว เตาเผาขยะ เตาหุงต้มในครัวเรือน เป็นต้น โดยส่วนใหญ่เชื้อเพลิงที่ใช้จำพวก LPG, NGV เป็นต้น หลักการทำงานของหัวเผ่าจะใช้การผสมระหว่างอากาศที่มีความเร็ว กับ เชื้อเพลิงที่ถูกปล่อยออกจากถังเก็บที่บริเวณปลายหัวเผาโดยอาจทำให้อากาศมีอุณหภูมิเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ ข้อดีของหัวเผาแบบนี้คือ ให้ค่าความร้อนสูง มลภาวะที่พบน้อยมาก ส่วนข้อเสียคือ การจัดเก็บเชื้อเพลิงต้องมีความระมัดระวังสูง จุดเชื่อมต่อท่อทางเชื้อเพลิงต้องไม่เกิดการรั่วขณะทำงาน



รูปที่ 2.6 หัวเผาเชื้อเพลิงก๊าซ [4]

2.4.4 หัวเผาเชื้อเพลิงร่วม (Multi-Fuel burner)

หัวเผาที่ใช้เชื้อเพลิงหลายชนิด ถูกออกแบบเพื่อการใช้งานที่รองรับกับการขาดแคลนเชื้อเพลิงในขณะทำงานชั่วคราว หรือ ใช้เชื้อเพลิงอื่นทดแทนในช่วงที่มีการทำงาน ทำให้หัวเผาสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง หัวเผามีการออกแบบให้ช่องทางของเชื้อเพลิงแต่ละส่วนแยกออกจากกัน และสามารถตัดการทำงานของเชื้อเพลิงได้เมื่อทำการเปลี่ยนเชื้อเพลิง โดยค่อยๆ ลดเชื้อเพลิง เพื่อป้องกันการสูญเสียทางความร้อนที่ให้กับระบบ

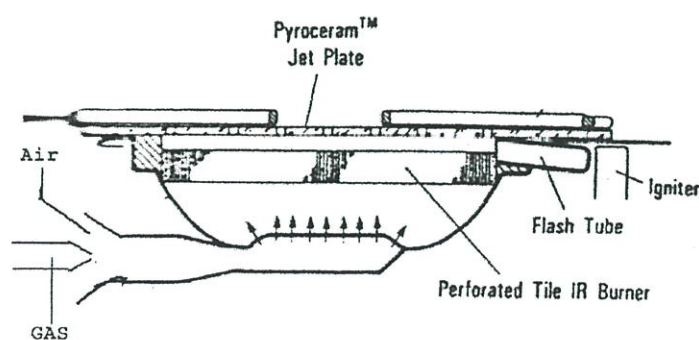


รูปที่ 2.7 หัวเผาเชื้อเพลิงร่วม [3]

2.5 โครงสร้างและลักษณะการทำงานของเตาหุงต้มแอลพีจีมาตรฐาน

จากรูปที่ 2.8 แสดง โครงสร้างเตาหุงต้มแอลพีจีมาตรฐาน (Conventional Burner) ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นเตาที่ได้รับความนิยมใช้หุงต้มในครัวเรือนแพร่หลายมากที่สุดในปัจจุบันเมื่อเทียบกับแบบอื่นๆ ทั้งนี้เพราะมีลักษณะเด่นหลายประการเช่น โครงสร้างเรียบง่าย ราคาถูก ใช้งาน ง่าย และแรงไฟได้สะดวกและมีช่วงการทำงานที่กว้างขวางพอสมควร ทนทานและมีความปลอดภัยสูง เตาหุงต้มแอลพีจีมาตรฐานดังกล่าวจะประกอบด้วยส่วนหลักๆ สามประการคือ ท่อผสม (Mixing Tube) หัวเผา (Burner Head หรือ Cap) และรูพ่นแก๊ส (Injector Orifice) ท่อผสมส่วนใหญ่ทำจากเหล็กหล่อได้รับการออกแบบให้มีลักษณะเป็นคอขวด (Throat) ใกล้กับบริเวณทางเข้าของแก๊สและอากาศส่วนแรก เพื่อผลทางด้านพลศาสตร์ของการไหลในท่อและจะมีมากกว่าหนึ่งท่อก็ได้แล้วแต่การออกแบบเพื่อ

ผลของการปรับเปลี่ยนช่วงอัตราการใช้ของแก๊สหรือค่า Turn-Down Ratio ของเตา หัวเผาส่วนใหญ่ทำจากทองเหลืองมีรูปร่างได้หลายแบบขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่นอาจจะเป็นแผ่นวงกลมคั่น (Cap) หรือเป็นวงแหวน(Circular Ring) และจะมีจำนวนมากกว่าหนึ่งวงแหวนก็ได้ ที่ขอบวงแหวนด้านล่างตรงที่สัมผัสกับขอบท่อผสมทำเป็นบานูนและถูกเจาะร่องจำนวนหลายร่องในแนวรัศมีเพื่อทำหน้าที่เป็นรูกระจายแก๊ส(Burner Port) และเปลวไฟที่ติดอยู่เหนือรูให้กระทบอย่างสม่ำเสมอต่อภาชนะหุงต้มที่จะวางอยู่เหนือหัวเผา การทำงานของเตาหุงต้มแอลพีจีเริ่มจากแก๊สความดันต่ำที่ใช้งานตามปกติถูกพ่นออกจากรูพ่นแก๊สเข้าไปในท่อผสม ขณะเดียวกันอากาศส่วนแรกที่อยู่บริเวณใกล้รูพ่นแก๊สจะถูกชักนำ(Entrained) ผ่านช่องอากาศส่วนแรก(Primary Air Port)เข้าไปในท่อผสมพร้อมกับแก๊สโดยอาศัยการถ่ายเทโมเมนตัมระหว่างแก๊สและอากาศโดยรอบๆ ด้วยวิธีการนี้เองอากาศส่วนแรก(Primary Aeriation) นี้จะมีค่าประมาณ 50 ถึง 70% ของปริมาณอากาศที่จำเป็นต้องใช้เพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์(Stoichiometric Air)และมีความเป็นไปได้ที่สามารถทำให้อากาศส่วนแรกนี้มีค่าถึง100% ขึ้นอยู่กับความดันของแก๊สที่ใช้จากนั้นส่วนผสมของอากาศส่วนแรกและแก๊สจะไหลผ่าน Burner Port และถูกติดไฟให้ Premixed Flame ลอยนิ่งอยู่เหนือ Ports ภายหลังจากที่ถูกจุดประกาย(Ignition) ด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่นใช้เปลวไฟล่อ(Pilot Flame) หรือการใช้ Spark ด้วยขั้วไฟฟ้าแรงดันสูงจากวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็น Piezo Electric ซึ่งจะผลิตแรงดันไฟฟ้าสูงออกมาทันทีที่ได้รับความเค้นจากการกระแทกอย่างรุนแรงเป็นต้น ในขณะเดียวกันอากาศส่วนที่สอง(Secondary Air) จะถูกชักนำเข้ามาจากด้านข้างเปลวไฟและจากด้านล่างหัวเผา ซึ่งทำเป็นช่องว่างไว้ระหว่างหัวเผางในกับวงนอก ทั้งนี้โดยอาศัยการถ่ายเทโมเมนตัมและแรงลอยตัวของแก๊สร้อนที่จะขยายตัวและลอยตัวสูงขึ้น ช่วยทำให้อากาศโดยรอบที่เย็นกว่าถูกดูดเข้ามาผสมกับเปลวไฟทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของเตาแก๊สหุงต้มแอลพีจี[4]

2.5.1 ลักษณะของเตาแก๊สหุงต้มแอลพีจีที่ใช้ในปัจจุบัน [8]

เตาหุงต้มแอลพีจีที่ใช้ในครัวเรือน สามารถจำแนกโดยหลักใหญ่ๆ ได้เป็น 3 แบบคือ

2.5.1.1 เตาแบบ Conventional radial flow slotted-burner

เป็นเตาหุงต้มแบบเดิมที่มีการใช้กันมากที่สุด ลักษณะเปลวไฟจะพุ่งออกมาในทิศทางตามแนวรัศมีของหัวเตา การถ่ายเทความร้อนส่วนใหญ่อาศัยการพาความร้อนของไอเสียเป็นหลัก รวมทั้งการแผ่รังสีความร้อนจากเปลวไฟและไอเสียไปยังภาชนะด้วย

2.5.1.2 เตาแบบ Swirl flow central flame burner

เป็นเตาหุงต้มที่เพิ่งจะเริ่มมีการวางจำหน่าย การใช้งานยังไม่ค่อยแพร่หลายนัก การถ่ายเทความร้อนส่วนใหญ่อาศัยการพาความร้อนของเปลวไฟและไอเสียไปยังภาชนะ แต่ลักษณะของเปลวไฟของเตาแบบนี้จะเกิดการหมุนวนใต้ภาชนะหุงต้ม ทำให้การผสมและการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงกับอากาศมีสูงขึ้น การเผาไหม้จึงเกิดสมบูรณ์มากขึ้น และจึงทำให้มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้นกว่าเดิม

2.5.1.3 เตาแบบ Radiant burner

เป็นเตาหุงต้มที่มีการใช้งานค่อนข้างน้อย วัตถุประสงค์ของการใช้งานจะเน้นไปที่การปิ้งหรือย่างเป็นหลัก การถ่ายเทความร้อนส่วนใหญ่อาศัยการแผ่รังสีความร้อนโดยเปลวไฟ และไอเสียร้อนเป็นหลัก โดยจะถ่ายเทความร้อนให้กับวัสดุซึ่งมีคุณสมบัติการแผ่รังสีความร้อนได้ดีกว่า เช่น แผ่นเซรามิกพอรูน ทำให้ตัวมันมีความร้อนสะสมสูงขึ้นและอุณหภูมิสูงจนสามารถแผ่รังสีให้กับภาชนะได้

จากเตาหุงต้มทั้ง 3 แบบ พบว่าเตาแบบ Conventional radial flow slotted-burner มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย จึงได้มีการปรับปรุงหัวเตาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อน โดยได้มีการพัฒนาหัวเตาแบบ Swirl flow central flame burner ให้มีการ swirl มากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อน โดยไม่มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเดิมของเตามากนัก จะมีการเปลี่ยนก็เฉพาะหัวเตาจากหัวเตาแบบ Conventional radial flow slotted-burner มาเป็นหัวเตาแบบ Swirl flow central flame burner ที่เพิ่มการ swirl แทน

บทที่ 3

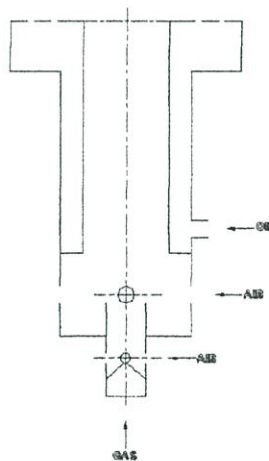
การออกแบบหัวเผา น้ำมันพืช

3.1 บทนำ

ในการสร้างหัวเผาน้ำมันพืชนั้น หลังจากมีการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของหัวเผา และ รูปแบบหัวเผาที่มีการใช้งานอยู่ การออกแบบหัวเผาเป็นกระบวนการส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบหัวเผาน้ำมันพืช โดยรายละเอียดทั้งหมดเหล่านี้จะมีการกล่าวถึงในส่วนเนื้อหาในบทนี้

3.2 การออกแบบหัวเผา(Burner)

3.2.1 แบบหัวเผา(burner)แบบที่ 1



รูปที่ 3.1 แสดงแบบหัวเผา(burner)แบบที่ 1

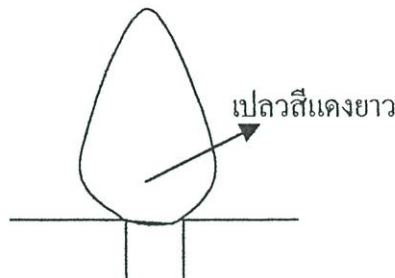
หลักการทำงาน

จากรูปที่ 3.1 เมื่อทำการเปิดแก๊สและจุดไฟ แก๊สจะผ่านรู Nozzle ซึ่งแก๊สจะมีความเร็วที่จะสามารถเหนี่ยวนำอากาศเข้าไปผสมโดยผ่านทางรูที่ทำการเจาะเอาไว้รอบๆตรงบริเวณทางออกของปาก nozzle และเมื่ออากาศที่ผสมแก๊สผ่านพื้นทางออกแล้วก็ยังคงมีความเร็วอยู่ก็จะทำการเหนี่ยวนำอากาศเพื่อนำอากาศผสมกับแก๊สอีกครั้งหนึ่ง เปลวไฟที่ติดขึ้นจากแก๊สตรงบริเวณแกนกลางก็จะให้ความร้อนกับกระบอกที่บรรจุน้ำมันพืชซึ่งจะทำให้น้ำมันพืชในกระบอกบรรจุน้ำมันพืชเดือดขึ้นเป็นไอน้ำมันพืชพร้อมที่จะติดไฟผ่านออกมายังรูเจาะที่ได้ทำการเจาะเอาไว้ทางด้านบนของกระบอกบรรจุน้ำมันพืชแล้วไอน้ำมันพืชก็จะทำการเหนี่ยวนำอากาศบริเวณรอบๆบนรูเจาะ

กระบอกบรรจุน้ำมันพืช เปลวไฟไอน้ำมันพืชจะติดขึ้นโดยเปลวไฟของแก๊สที่ติดขึ้นบริเวณแกนกลางจะให้ความร้อนกับไอน้ำมันพืชที่ผ่านออกมาทางรูเจาะทางด้านบนของกระบอกบรรจุน้ำมันพืช

3.2.2 ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่1

1. ลักษณะของเปลวไฟที่ออกมาจากรู(เปลวไฟของไอน้ำมันพืช)มีลักษณะเปลวไฟที่ยาวและสีของเปลวไฟเป็นสีแดง

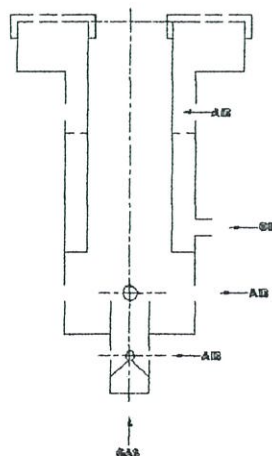


และยังมีเขม่าควันในขณะที่เปลวไฟติดอยู่ซึ่งเปลวไฟในลักษณะนี้ไม่เหมาะเพราะทำให้มีเขม่าติดอยู่ที่อยู่ที่ก้นของภาชนะ

2. เมื่อปิดแก๊สแล้วยังคงมีการติดไฟของเปลวไฟของไอน้ำมันพืชซึ่งเปลวไฟนี้จะค่อยๆดับลงและเมื่อดับลงแล้วยังคงมีควันออกมาจากรูของกระบอกบรรจุน้ำมันพืชเป็นจำนวนมาก

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่1นั้น จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการปิดเปลวไฟของแก๊สแล้วยังคงมีความร้อนสะสมอยู่บริเวณภายในกระบอกบรรจุน้ำมันพืชจึงทำการปรับปรุงและพัฒนาโดยการเพิ่มฝาครอบปิด-เปิดบนบริเวณรูเปลวไฟ(เปลวไฟของไอน้ำมันพืช)เพื่อลดการเกิดควันที่ออกมาจากทางรูของกระบอกบรรจุน้ำมันพืช เมื่อเปลวไฟดับลงแล้วและจะทำการเจาะรูเพื่อเพิ่มอากาศเข้าไปผสมกับไอน้ำมันพืชภายในกระบอกบรรจุน้ำมันพืชเพื่อเพิ่มการผสมกันระหว่างอากาศกับไอน้ำมันพืชเพื่อให้ลักษณะของเปลวไฟที่เกิดขึ้นนั้นให้ดีขึ้น

3.2.3 แบบหัวเผา(burner)แบบที่2



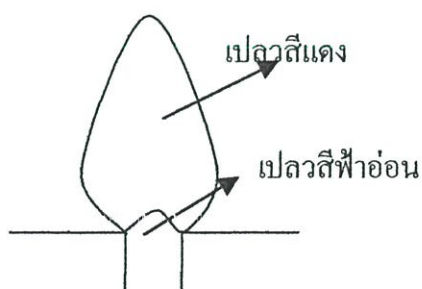
รูปที่ 3.2 แสดงแบบหัวเผา(burner)แบบที่ 2

หลักการทํางาน

จากรูปที่ 3.2 เมื่อทำการเปิดแก๊สและจุดไฟ แก๊สจะผ่านรู Nozzle ซึ่งแก๊สจะมีความเร็วที่จะสามารถเหนี่ยวนำอากาศเข้าไปผสมโดยผ่านทางรูที่ทำการเจาะเอาไว้รอบๆตรงบริเวณทางออกของปาก nozzle และเมื่ออากาศที่ผสมแก๊สผ่านพ้นทางออกแล้วก็ยังคงมีความเร็วอยู่ก็จะทำการเหนี่ยวนำอากาศเพื่อนำอากาศผสมกับแก๊สอีกครั้งหนึ่ง เปลวไฟที่ติดขึ้นจากแก๊สตรงบริเวณแกนกลางก็จะให้ความร้อนกับกระบอกที่บรรจุน้ำมันพืชซึ่งจะทำให้ น้ำมันพืชในกระบอกบรรจุ น้ำมันพืชเดือดเป็นไอน้ำมันพืช พร้อมทั้งจะติดไฟจะผ่านออกมายังรู nozzle ที่อยู่ภายในกระบอกบรรจุ น้ำมันพืช เมื่อไอน้ำมันพืชผ่านรูของnozzleแล้วจะเหนี่ยวนำอากาศบริเวณด้านข้างเพื่อเข้าไปผสมกับไอน้ำมันพืชแล้วออกมายังรูที่อยู่ทางด้านบนของกระบอกบรรจุ น้ำมันพืช ไอน้ำมันพืชจะเหนี่ยวนำอากาศรอบๆที่อยู่ทางด้านบนของกระบอกบรรจุ น้ำมันพืช เปลวไฟไอน้ำมันพืชจะติดขึ้นโดยเปลวไฟของแก๊สที่ติดขึ้นบริเวณแกนกลางจะให้ความร้อนกับไอน้ำมันพืชที่ผ่านออกมาทางรูด้านบนของกระบอกบรรจุ น้ำมันพืช เมื่อปิดแก๊สกลไกจะทำการเลื่อนเพื่อปิดรูไอน้ำมันพืช(เปลวไฟไอน้ำมันพืช)ที่อยู่ทางด้านบนของกระบอกบรรจุ น้ำมันพืช

3.2.4 ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่2

1. ลักษณะของเปลวไฟที่ออกมาจากรู(เปลวไฟของไอน้ำมันพืช)มีลักษณะเปลวไฟที่ยาวแต่สั้นกว่าหัวเผาแบบที่1และสีของเปลวไฟเป็นสีฟ้าอ่อนและปลายเปลวไฟยังคงเป็นสีแดงและยังมีเขม่าควันในขณะที่เปลวไฟติดอยู่แต่น้อยกว่าแบบที่1.ซึ่งเปลวไฟในลักษณะนี้ยังไม่เหมาะเพราะทำให้มีเขม่าติดอยู่ที่อยู่ที่ก้นของภาชนะ

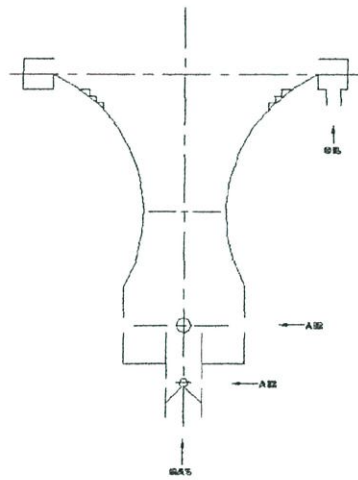


2. เมื่อปิดแก๊สแล้วควันของไอน้ำมันพืชที่ออกมามีน้อยตรงบริเวณรูด้านบนของกระบอกบรรจุ น้ำมันพืชแต่ควันของไอน้ำมันพืชจะออกมาบริเวณทางด้านข้างที่ทำการเจาะรูไว้สำหรับเป็นทางอากาศเข้าแทน

3. ตรงบริเวณรูของNozzleในกระบอกบรรจุ น้ำมันพืชจะมีลักษณะของคราบยางเหนียวของไอน้ำมันพืชที่เย็นตัวลงมาอุดตรงบริเวณรูของNozzle ในกระบอกบรรจุ น้ำมันพืช

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่2นั้น จะสังเกตได้ว่าลักษณะการเกิดเปลวไฟที่เกิดขึ้นนั้นดีกว่าแบบที่1 แต่ยังคงมีเขม่าควันในขณะที่เปลวไฟติดอยู่และเมื่อปิดแก๊สแล้วควันของไอน้ำมันพืชที่ออกมาไม่น้อยตรงบริเวณรู(เปลวไฟของไอน้ำมันพืช)แต่จะมีควันออกมาทางด้านข้างที่ทำการเจาะรูไว้สำหรับเป็นทางอากาศเข้าแทนการเกิดลักษณะแบบนี้เนื่องมาจากยังคงมีความร้อนสะสมอยู่ภายในกระบอกบรรจุน้ำมันพืชอยู่ทำให้เมื่อปิดฝาครอบแล้วทำให้เกิดการอันของไอน้ำมันพืชจึงทำให้เกิดการไหลย้อนกลับของไอน้ำมันพืชและยังทำให้เกิดมีคราบยางเหนียวของไอน้ำมันพืชที่เย็นตัวลงมาอุดคั่นบริเวณรูของ Nozzle ในกระบอกบรรจุน้ำมันพืชจึงทำให้การใช้งานในครั้งต่อไปไม่ได้ จึงได้ทำการพัฒนาหัวเผาแบบที่3ขึ้น ซึ่งเป็นแบบที่มีการผสมกันระหว่างน้ำมันพืชกับแก๊สในขณะที่มีการใช้งาน(ขณะที่เปลวไฟติด)

3.2.5 แบบหัวเผา(burner)แบบที่3



รูปที่ 3.3 แสดงแบบหัวเผา(burner)แบบที่ 3

หลักการทำงาน

จากรูปที่ 3.3 เมื่อทำการเปิดแก๊สและจุดไฟและเปิดวาล์วน้ำมันพืช แก๊สจะผ่านรู Nozzle ซึ่งแก๊สจะมีความเร็วที่จะสามารถเหนี่ยวนำอากาศเข้าไปผสม โดยผ่านทางรูที่ทำการเจาะเอาไว้รอบๆ ตรงบริเวณทางออกของปาก nozzle และเมื่ออากาศที่ผสมแก๊สผ่านพ้นทางออกแล้วก็ยังคงมีความเร็วอยู่ก็จะทำการเหนี่ยวนำอากาศเพื่อนำอากาศผสมกับแก๊สอีกครั้งหนึ่ง เปลวไฟที่ติดขึ้นจากแก๊สตรงบริเวณแกนกลางก็จะให้ความร้อนกับน้ำมันพืชที่เป็นชั้นฟิล์มต่างๆ ไหลลงมาได้รับความร้อนจากแก๊สก็จะทำให้น้ำมันพืชติดไฟและถูกเผาไปพร้อมกันกับแก๊ส เมื่อทำการปิดวาล์วน้ำมันพชน้ำมันพืชก็จะหยุดไหลลงและทำการปิดแก๊ส

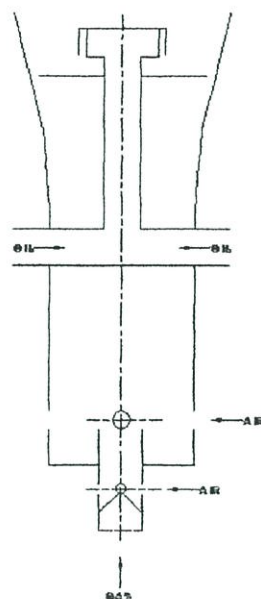
3.2.6 ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่3

1. ทำให้เกิดการไหลของน้ำมันพืชบางส่วนตกลงสู่ด้านล่างของแกนแก๊ส โดยไหลลงตรงบริเวณรอบๆด้านข้างทำให้เกิดการอุดตันของรูแก๊สทางด้านล่าง
2. คว้นที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของไอน้ำมันพืชมีปานกลาง(ตอนขณะติดไฟ)แต่มีคว้นของไอน้ำมันพืชเกิดขึ้นมากเมื่อปิดแก๊สแล้ว(ตอนไฟของแก๊สดับแล้ว)
3. มีลักษณะของคราบเขม่าของน้ำมันพืชติดอยู่บริเวณรอบๆทางด้านข้างมาก
4. ลักษณะของเปลวไฟที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นสีฟ้าอ่อนตรงบริเวณรอบๆทางข้างแต่ตรงส่วนกลางของเปลวไฟมีลักษณะเป็นละอองน้ำมันพืชพุ่งปะปนออกมาพร้อมกับเปลวไฟของแก๊สซึ่งเปลวไฟในลักษณะนี้ยังไม่เหมาะเพราะทำให้มีเขม่าติดอยู่ที่อยู่ที่ก้นของภาชนะเนื่องจากละอองน้ำมันพืชที่ปะปนออกมาทำให้เกิดคราบยางเหนียวติดที่ก้นภาชนะอีกด้วย



จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่3นั้นจะเห็นได้ว่าเปลวไฟที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้เป็นเปลวไฟที่มีละอองน้ำมันพืชปะปนออกมากับเปลวไฟของแก๊สจึงทำให้เกิดคราบยางเหนียวติดที่ก้นภาชนะ ซึ่งลักษณะการเกิดเปลวแบบนี้ขึ้นเนื่องมาจากความร้อนที่ได้จากเปลวไฟของแก๊สนั้นไม่สามารถเผาให้ละอองน้ำมันพืชนั้นหมดได้ภายในระยะเวลาอันสั้นได้และยังทำให้เกิดการไหลของน้ำมันพืชจะตกลงสู่ด้านล่าง ซึ่งจะทำให้เกิดการอุดตันของรูแก๊สจากลักษณะที่เกิดขึ้นนี้จึงได้ทำการพัฒนาหัวเผาแบบที่4เกิดขึ้นเป็นแบบลักษณะที่มีกะเปาะบรรจุน้ำมันพืชอยู่ตรงกลางของหัวเผา เมื่อทำการจุดแก๊สเปลวไฟของแก๊สนั้นจะให้ความร้อนกับกะเปาะน้ำมันพืชเมื่อน้ำมันพืชเป็นไอจะถูกเผาไหม้ไปพร้อมๆกันกับเปลวไฟของแก๊ส

3.2.7 แบบหัวเผา(burner)แบบที่4



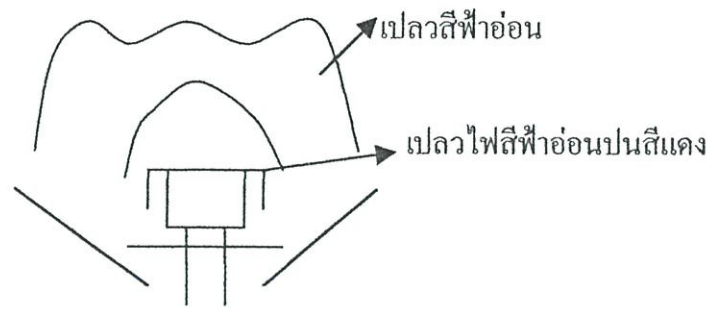
รูปที่ 3.4 แสดงแบบหัวเผา(burner)แบบที่ 4

หลักการทำงาน

จากรูปที่ 3.4 เมื่อทำการเปิดแก๊สและจุดไฟ แก๊สจะผ่านรู Nozzle ซึ่งแก๊สจะมีความเร็วที่จะสามารถเหนี่ยวนำอากาศเข้าไปผสมโดยผ่านทางรูที่ทำการเจาะเอาไว้รอบๆตรงบริเวณทางออกของปาก nozzle และเมื่ออากาศที่ผสมแก๊สผ่านพ้นทางออกแล้วก็ยังคงมีความเร็วอยู่ก็จะทำการเหนี่ยวนำอากาศเพื่อนำอากาศผสมกับแก๊สอีกครั้งหนึ่ง เปลวไฟที่เกิดขึ้นบริเวณรอบๆทางด้านข้างจะให้ความร้อนกับกระบอกบรรจุน้ำมันพืช น้ำมันพืชที่อยู่ในกระบอกบรรจุก็เดือดโดยเกิดไอน้ำมันพืชขึ้นทำให้ไอน้ำมันพืชไหลออกมาจากกระบอกบรรจุน้ำมันพืช โดยจะไหลปะปนกันกับเปลวไฟของแก๊สที่ให้ความร้อนกับกระบอกบรรจุน้ำมันพืชแล้ว ไอน้ำมันพืชจะถูกเผาไปพร้อมกันกับเปลวไฟของแก๊สที่ติดอยู่แล้ว เมื่อปิดแก๊สเปลวไฟที่ให้ความร้อนกับกระบอกบรรจุน้ำมันพืชจะหมดลงทำให้ฝาครอบที่ปิดกระบอกบรรจุน้ำมันพืชปิดลงทำให้ไอน้ำมันพืชไม่สามารถไหลออกมาได้อีก

3.2.8 ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่4

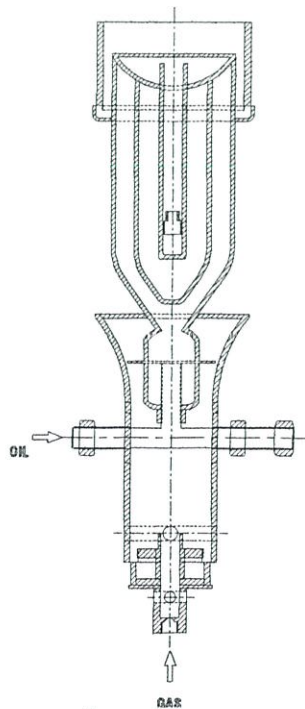
1. ลักษณะเปลวไฟที่เกิดขึ้น โดยมีลักษณะของเปลวไฟเป็นสีฟ้าอ่อนตรงบริเวณรอบๆด้านข้างและตรงส่วนกลางเปลวไฟมีสีฟ้าอ่อนปนสีแดงซึ่งเปลวไฟในลักษณะนี้ยังไม่เหมาะเพราะทำให้มีเขม่าติดอยู่ที่อยู่ที่ก้นของภาชนะ



2. คว้นที่เกิดขึ้นขณะที่อยู่ในตอนเผาไหม้ไม่มี(ขณะติดไฟ)
3. คว้นที่เกิดขึ้นขณะตอนปิดแก๊สแล้วมีมาก เนื่องจากยังมีความร้อนสะสมอยู่บนกะเปาะ
4. มีลักษณะของคราบเขม่าของน้ำมันพีชติดอยู่บริเวณรอบๆด้านข้างของกระบอกบรรจุน้ำมันพีช

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่4นั้นจะเห็นได้ว่าเปลวไฟที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้นั้นส่วนใหญ่จะเกิดจากเปลวไฟของแก๊ส ซึ่งเปลวไฟของไอน้ำมันพีชจะเกิดขึ้นน้อยและคว้นที่เกิดขึ้นขณะตอนปิดแก๊สแล้วนั้นจะมีมากเนื่องจากความร้อนยังคงมีการสะสมอยู่ในกะเปาะอยู่จึงทำให้เกิดคว้นออกมามาก จึงได้ทำการพัฒนาหัวเผาแบบที่5เกิดขึ้นเป็นแบบที่มีลักษณะเปลวไฟที่เกิดขึ้นได้จากการใช้น้ำมันพีชเพียงอย่างเดียว

3.2.9 แบบหัวเผา(burner)แบบที่5



รูปที่ 3.5 แสดงแบบหัวเผา(burner)แบบที่ 5

หลักการทํางาน

จากรูปที่ 3.5 เมื่อทำการเปิดแก๊สและจุดไฟเพื่อทำการอุ่นหัวเผา น้ำมันพีซให้ร้อน แก๊สจะผ่านรู Nozzle ซึ่งแก๊สจะมีความเร็วที่จะสามารถเหนี่ยวนำอากาศเข้าไปผสม โดยผ่านทางรูที่ทำการเจาะเอาไว้รอบๆตรงบริเวณทางออกของปาก nozzle และเมื่ออากาศที่ผสมแก๊สผ่านพ้นทางออกแล้วก็ยังคงมีความเร็วอยู่ก็จะทำการเหนี่ยวนำอากาศเพื่อนำอากาศผสมกับแก๊สอีกครั้งหนึ่ง เปลวไฟที่ติดขึ้นบริเวณรอบๆทางค้ำข้างจะให้ความร้อนกับแ่งกะทะน้ำมันพีซซึ่งความร้อนนี้เองจะทำให้ น้ำมันพีซที่อยู่บนแ่งกะทะเป็นไอซึ่งจะถูกพ่นออกมาจากทางรู Nozzle เมื่อเปลวไฟของไอน้ำมันพีซติด ความร้อนของเปลวไฟส่วนหนึ่งจะถูกใช้ในการอุ่นน้ำมันพีซบนแ่งกะทะแทนการใช้แก๊สLPGเพื่อรักษาเสถียรภาพการทํางานของหัวเผาน้ำมันพีซต่อไป

3.2.10 ผลการทดสอบหัวเผาแบบที่5

1. เปลวไฟที่เกิดขึ้นในแบบนี้เป็นเปลวไฟที่เกิดขึ้นจากไอน้ำมันพีซเพียงอย่างเดียวซึ่งควันที่เกิดขึ้นขณะที่อยู่ในตอนเผาไหม้ไม่มี(ขณะติดไฟ)
2. ควันที่เกิดขึ้นขณะตอนปิดหัวเผาแล้วมีน้อย

บทที่ 4

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงรายละเอียดที่เกี่ยวกับอุปกรณ์การวัดค่าและอุปกรณ์อื่นที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งวิธีการทดลองหาค่าต่างๆ ด้านสมรรถนะการทำงานของหัวเผา น้ำมันพืช เพื่อให้ทราบพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการทำงานของหัวเผา

4.2 การดำเนินงานวิจัย

วิธีการทดสอบและอุปกรณ์

ในการดำเนินการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของหัวเผาต่าง ๆ นั้น ขั้นตอนการวิจัยจะต้องประกอบด้วย การเตรียมอุปกรณ์การทดสอบและการติดตั้ง วิธีการทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้ อุปกรณ์การทดสอบ

1. หัวเผาที่ทำการทดสอบทั้งหมด 5 ลักษณะด้วยกัน
2. ถังบรรจุแก๊สขนาด 15 กิโลกรัม
3. ข้อต่อและท่ออย่าง รวมทั้งเข็มขัดรัด
4. หม้อออลูมิเนียม
5. เครื่องมือวัดอัตราการไหลแก๊ส
6. เทอร์โมมิเตอร์
7. น้ำ
8. นาฬิกาจับเวลา
9. เทอร์โมคัปเปิล
10. หัวปรับความดัน

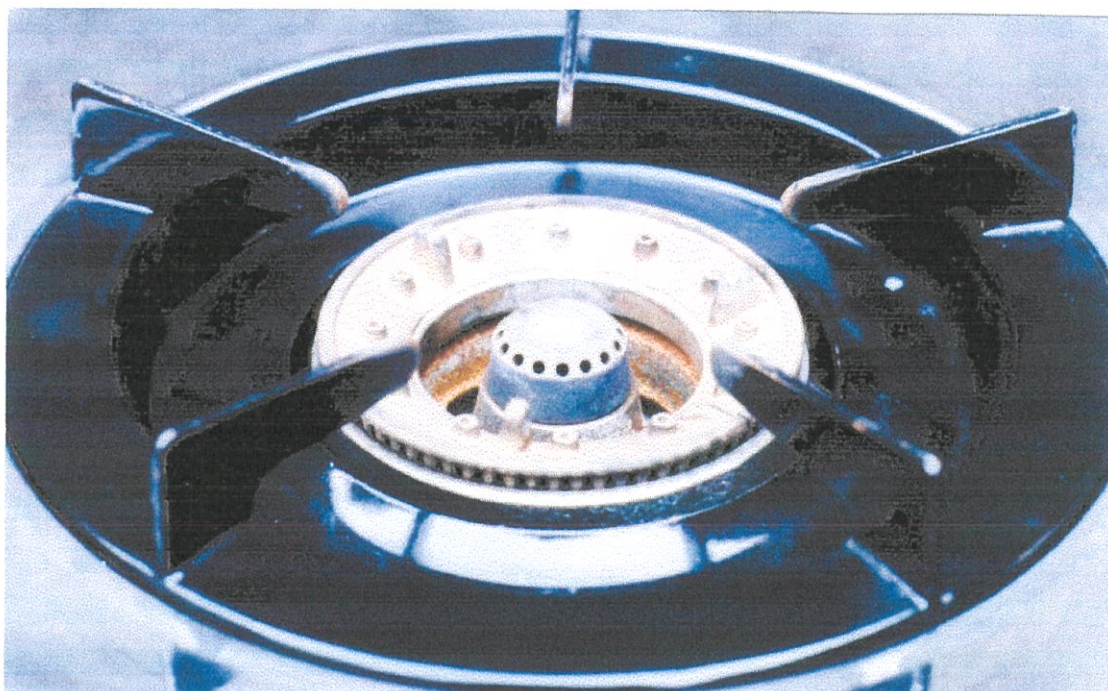
4.2.1 รายละเอียดอุปกรณ์การทดลอง

4.2.1.1 เตาหุงต้มที่ใช้ในการทดสอบ

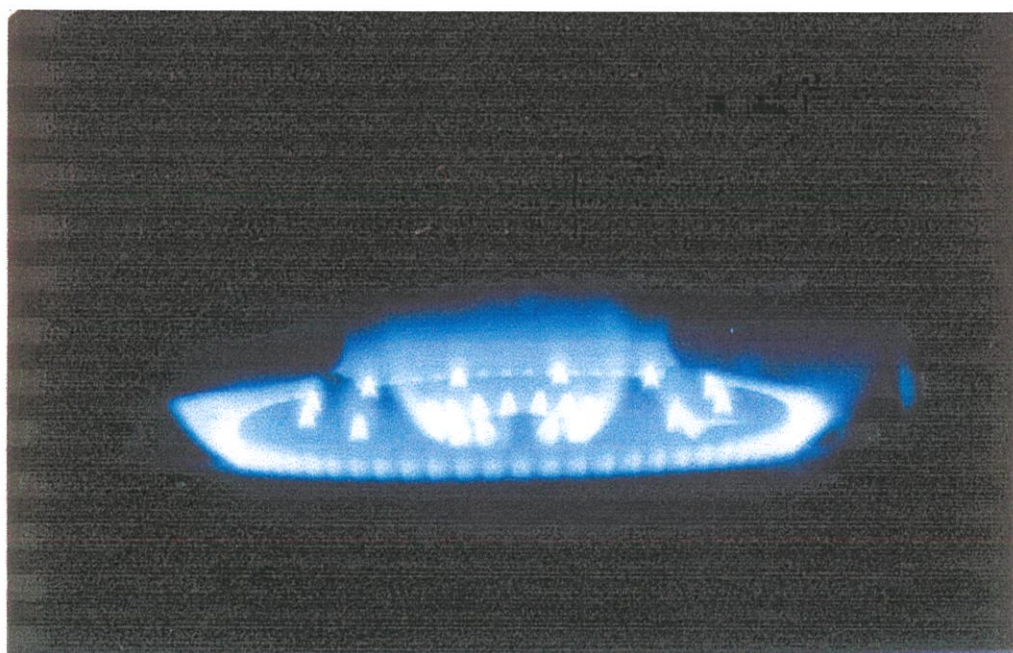
โดยในการทดสอบครั้งนี้ได้ทำการทดสอบกับเตาหุงต้มทั้งหมด 5 ลักษณะด้วยกัน ซึ่ง ได้แก่

4.2.1.1.1 เตาแบบ Conventional radial flow slotted-burner (CB) เป็นเตายี่ห้อ

Lucky Flame รุ่น AT 101 ดังรูปที่ 4.1



(၈)



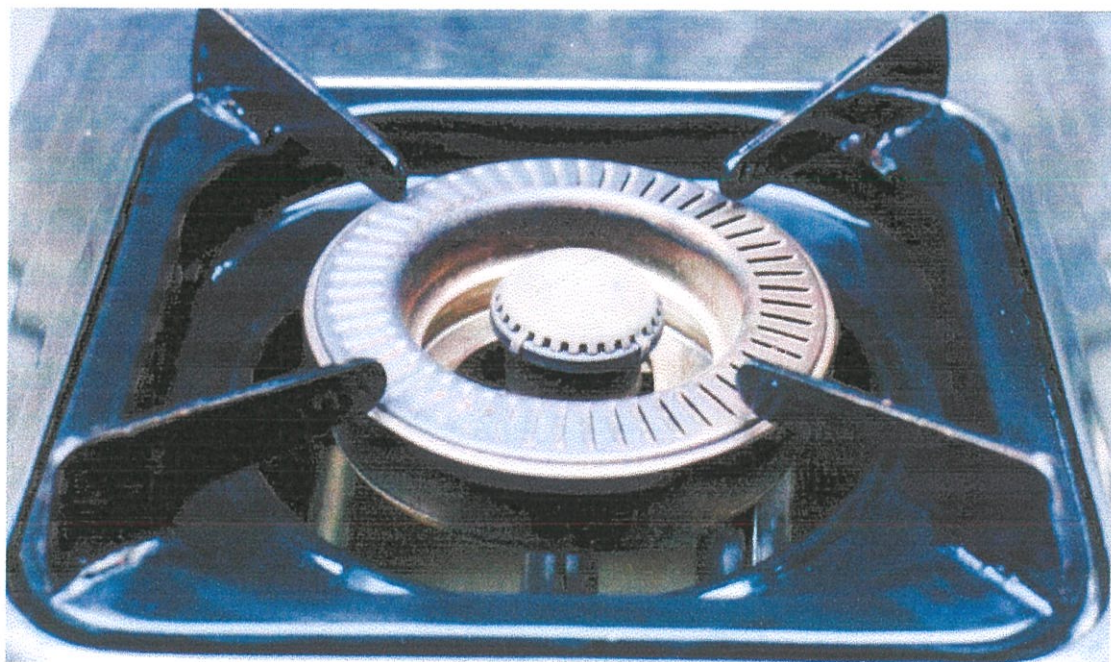
(၉)



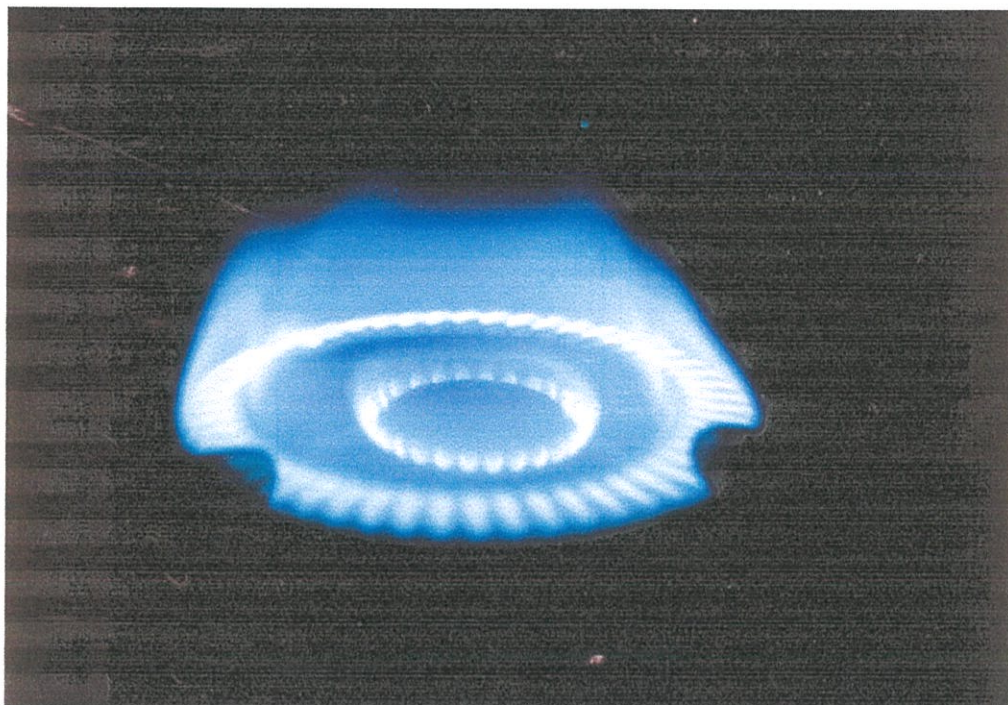
(ค)

รูปที่ 4.1 เตาแบบ Conventional radial flow slotted-burner (CB) (ก) ลักษณะหัวเตา (ข) ขณะที่ตั้งคไฟและไม่ได้ตั้งภาชนะ (ค) ขณะตคไฟและตั้งภาชนะ

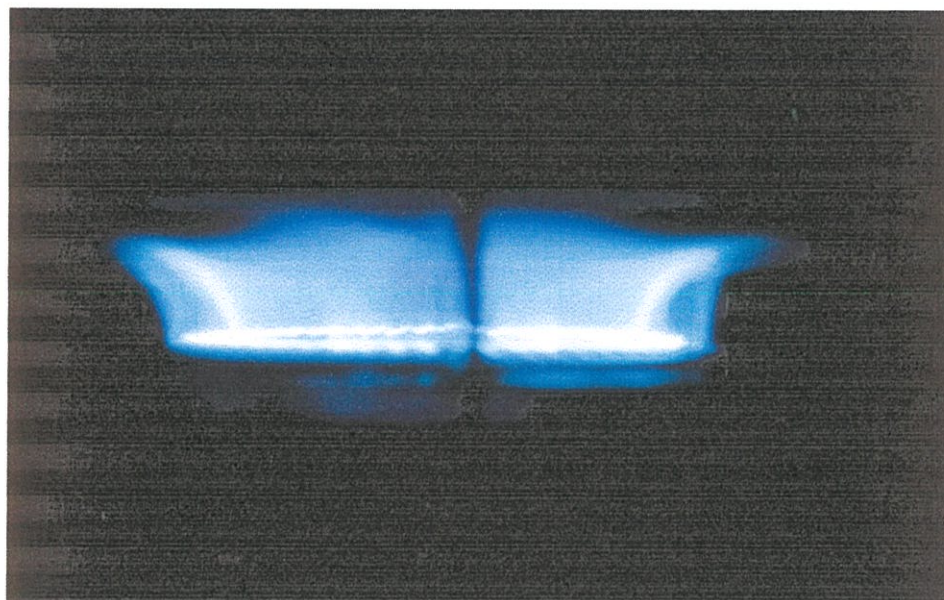
4.2.1.1.2 เตาแบบ Swirl flow central flame burner (NB)เป็นเตายี่ห้อ Imarflex รุ่น IG 188 ดังรูปที่ 4.2



(ก)



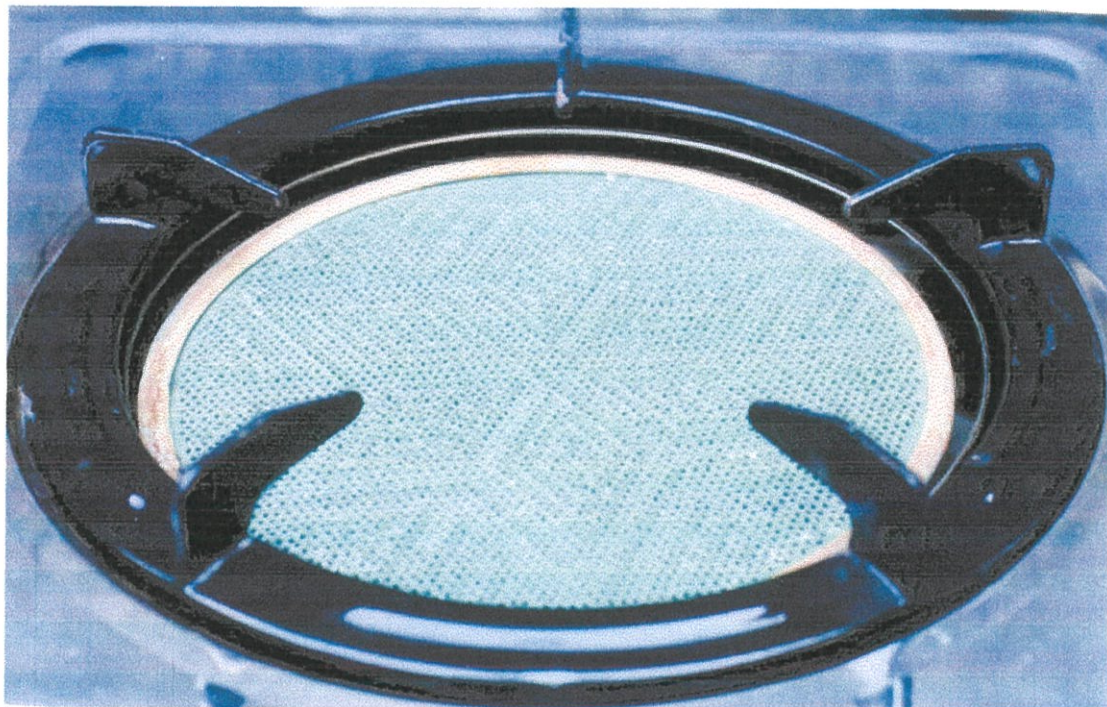
(ข)



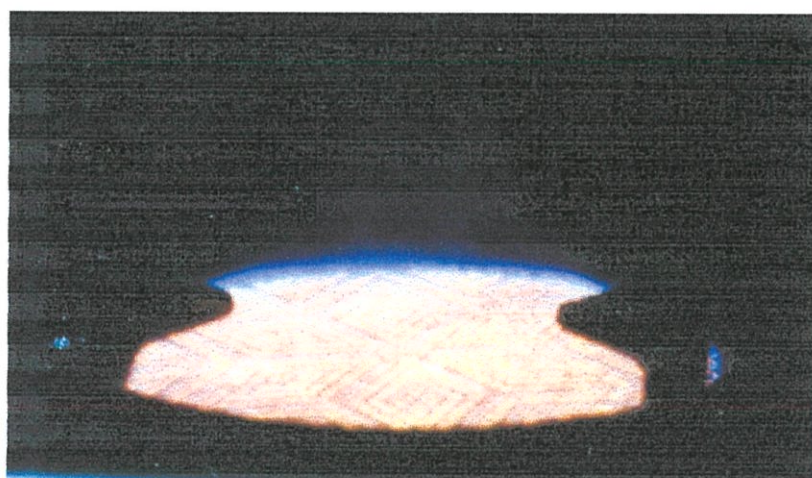
(ค)

รูปที่ 4.2 เตาแบบ Swirl flow central flame burner (NB) (ก)ลักษณะหัวเตา (ข) ขณะที่ติดไฟและไม่
ได้ตั้งภาชนะ (ค) ขณะติดไฟและตั้งภาชนะ

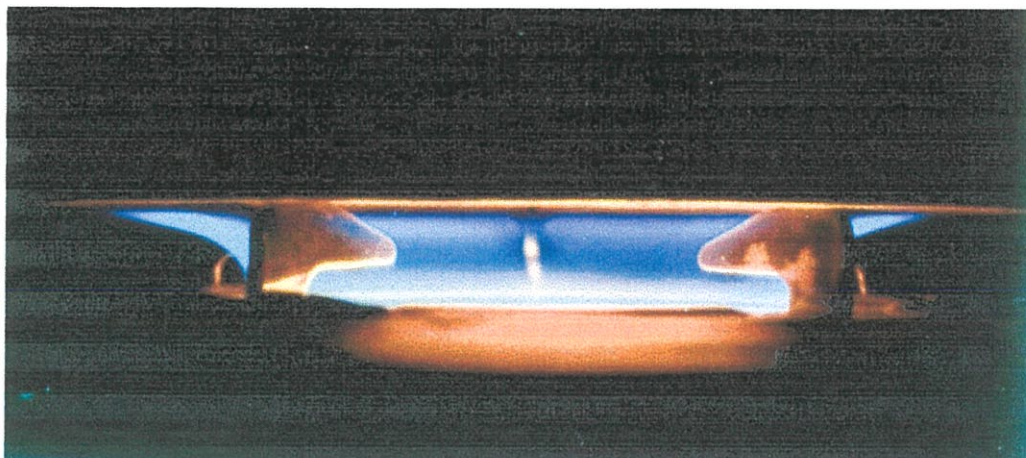
4.2.1.1.3 เตาแบบ Radiant burner (RB) เป็นเตาฮีทท่อ Turbora ดังรูปที่ 4.3



(ก)



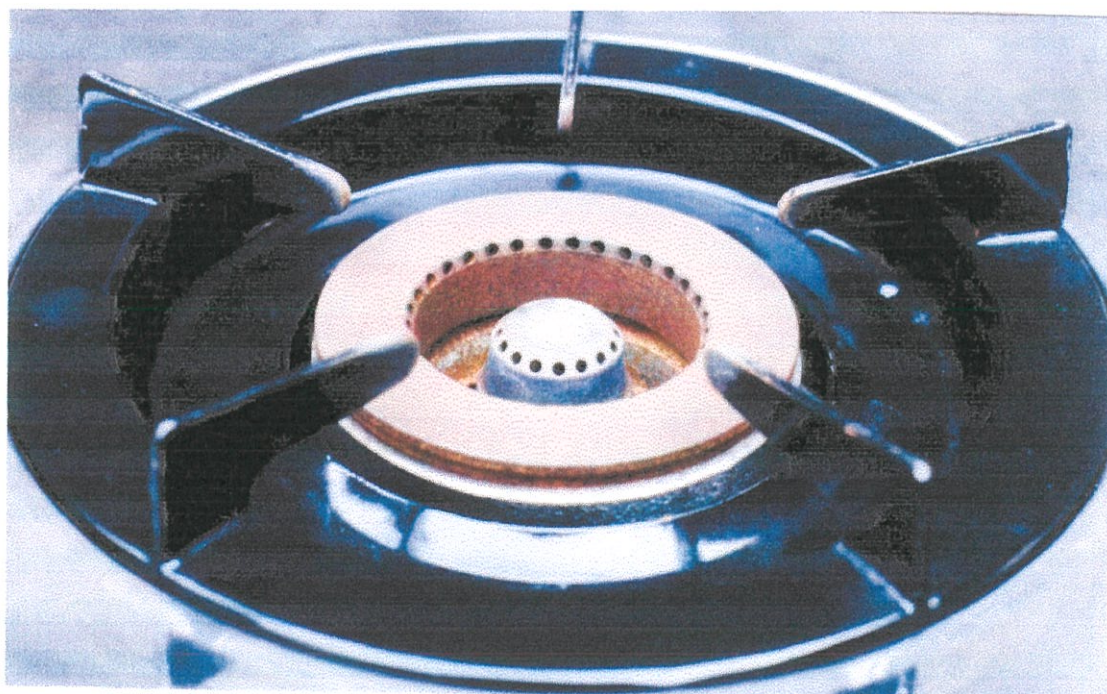
(ข)



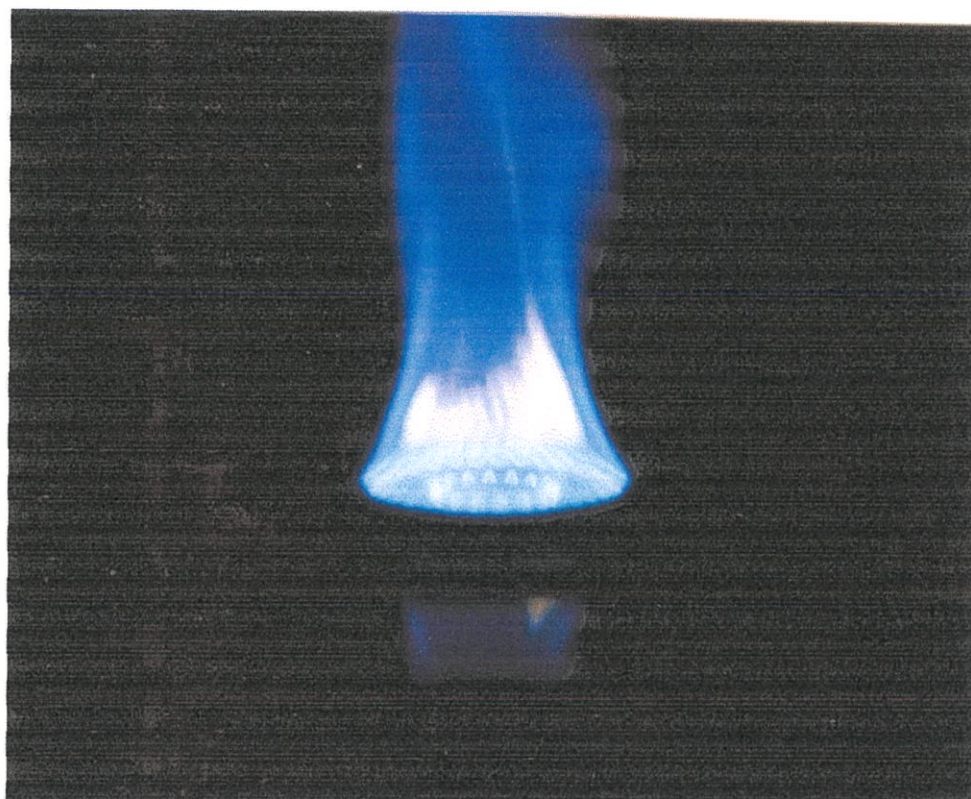
(ค)

รูปที่ 4.3 เตาแบบ Radiant burner (RB) (ก) ลักษณะหัวเตา (ข) ขณะที่ติดไฟและไม่ได้ตั้งภาชนะ (ค) ขณะติดไฟและตั้งภาชนะ

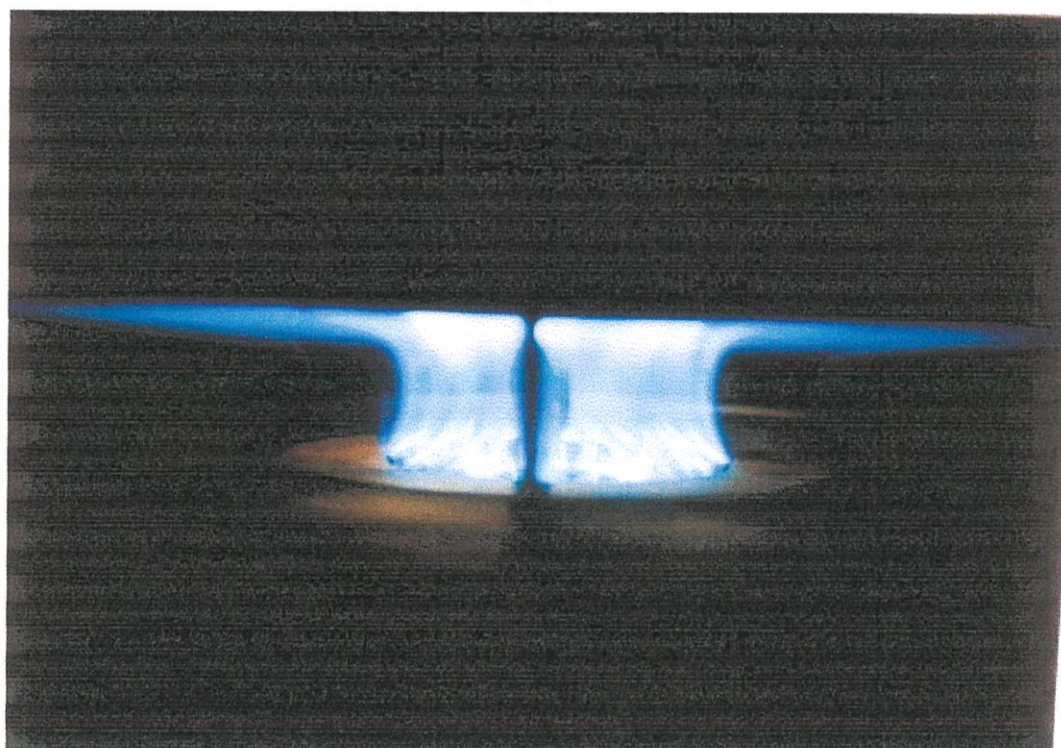
4.2.1.1.4 เตาแบบ Swirl flow central flame ที่มีการเพิ่ม swirl (SB) เป็นเตายี่ห้อ Lucky Flame ดังรูปที่ 4.4



(ก)



(จ)



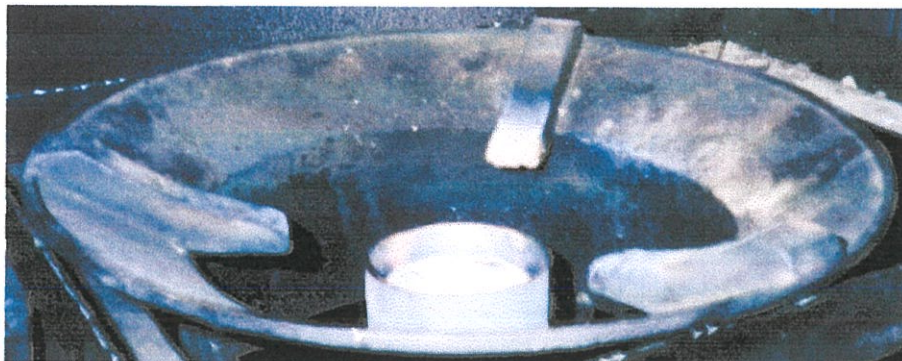
(ค)

รูปที่ 4.4 เตาแบบ Swirl flow central flame ที่มีการเพิ่ม swirl (SB) (ก) ลักษณะหัวเตา (จ) ขณะที่ตั้งค
ไฟและไม่ได้ตั้งภาชนะ (ค) ขณะติดไฟและตั้งภาชนะ

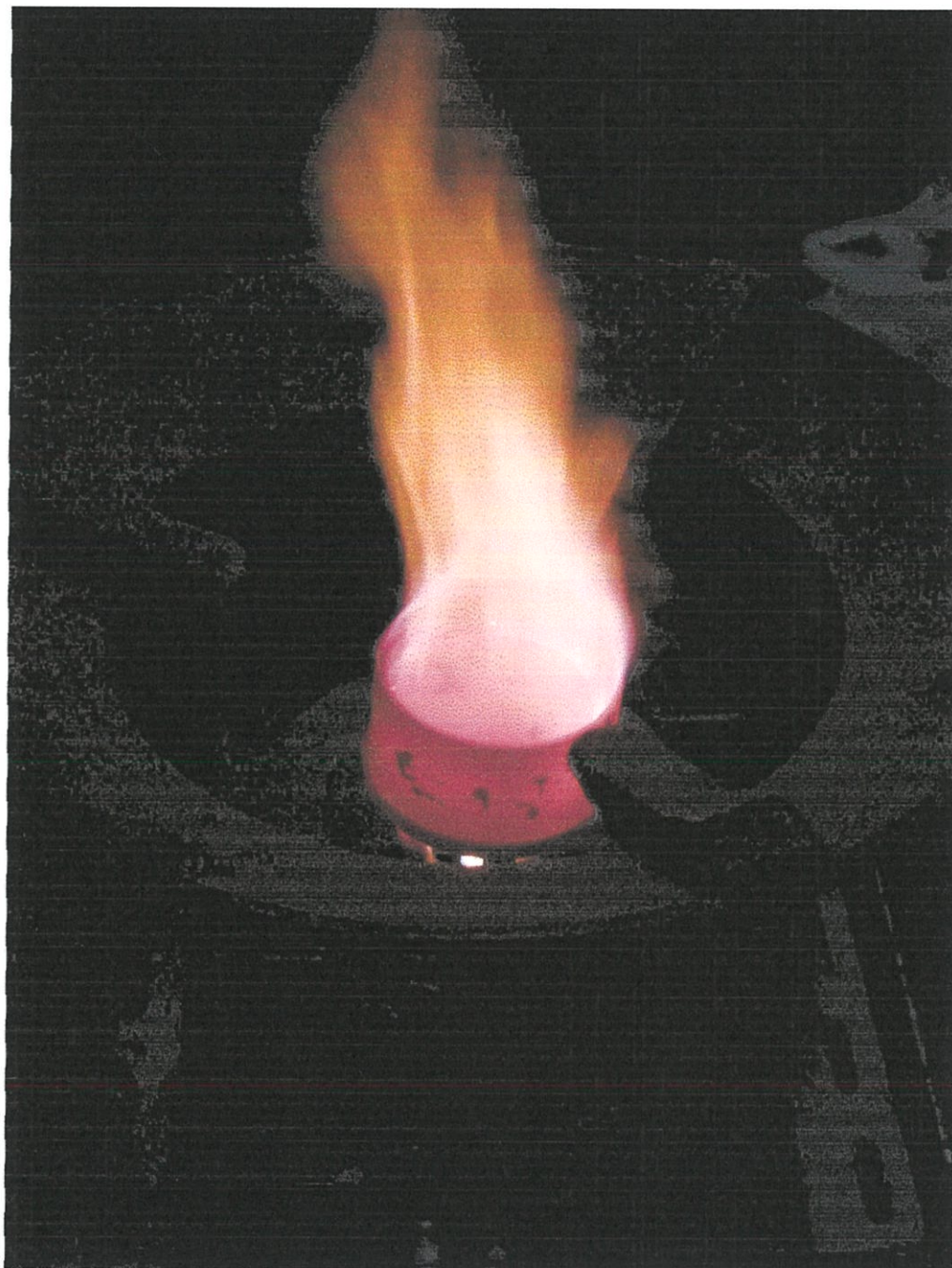
4.2.1.1.5 เตาน้ำมันพืช (Oil) ดังรูปที่ 4.5



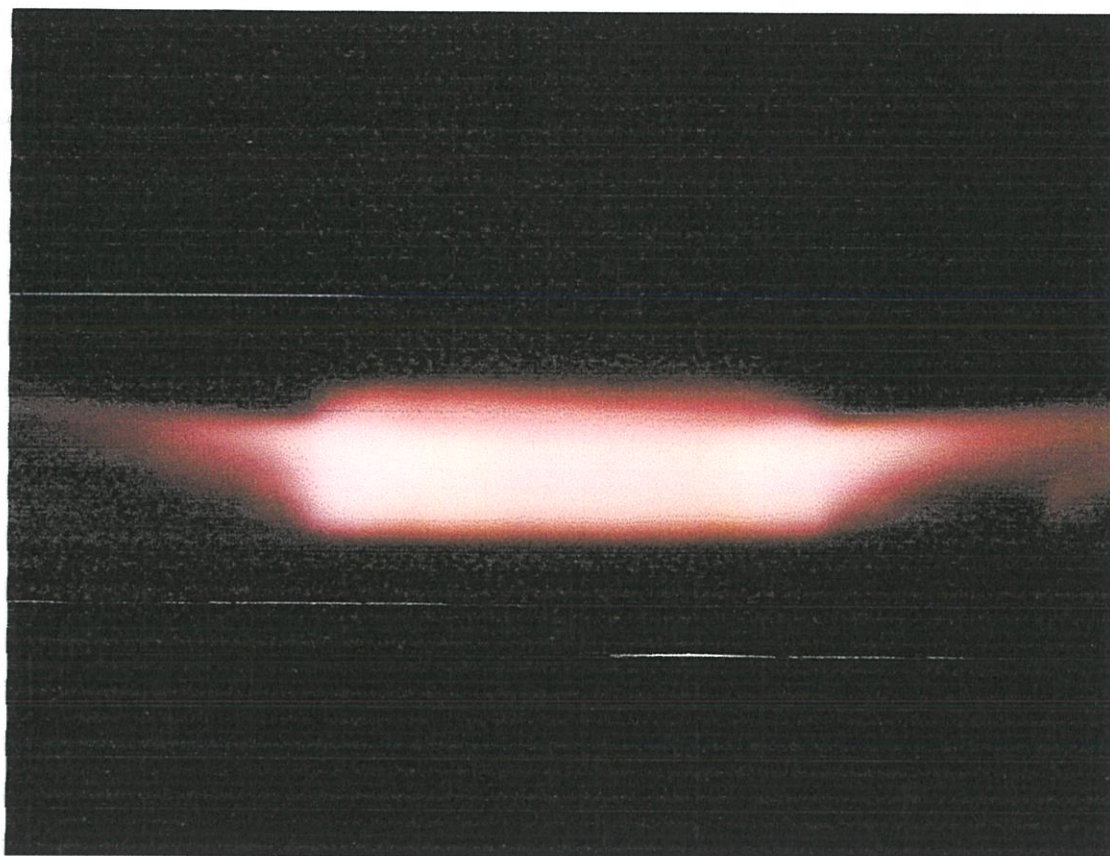
(ก)



(๑)



(๒)



(ง)

รูปที่ 4.5 เตาน้ำมันพืช (Oil) (ก) ลักษณะ โครงสร้างของหัวเผา (ข) ลักษณะของหัวเผา (ค) ขณะที่ติดไฟและไม่ได้ตั้งภาชนะ (ง) ขณะติดไฟและตั้งภาชนะ

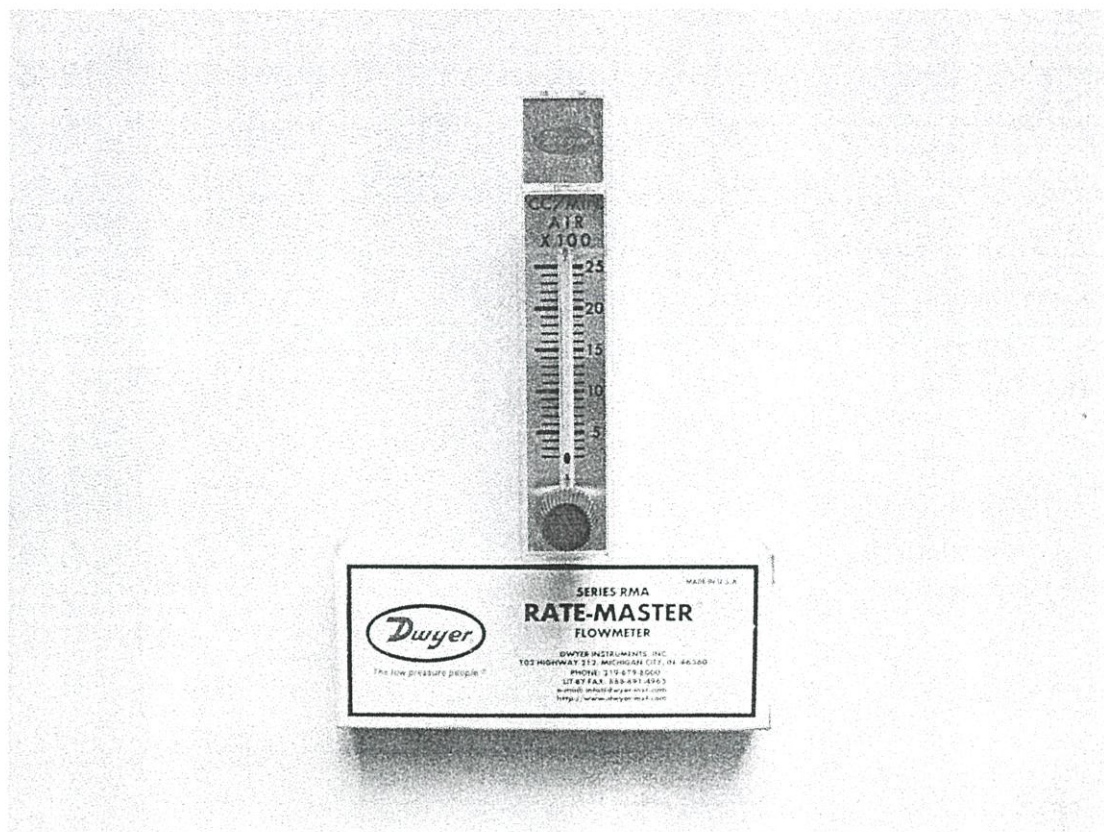
4.2.1.2 ถังบรรจุแก๊สขนาด 15 กิโลกรัม

4.2.1.3 ข้อต่อและท่ออย่าง รวมทั้งเข็มขัดรัด

4.2.1.4 หม้ออคูมิเนียม

4.2.1.5 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแก๊ส (Gas Flow Meter)

ในการทดลองหาค่าสมรรถนะของหัวเผาแก๊ส LPG จะใช้สำหรับการปรับเปลี่ยนอัตราไหลของเชื้อเพลิง เพื่อดูพฤติกรรมการทำงานของหัวเผาที่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องมือที่ใช้ทำการวัด และควบคุมอัตราการไหลของเชื้อเพลิง โดยปกติเครื่องมือที่ใช้วัดส่วนใหญ่จะวัดเป็นหน่วยของปริมาตรต่อเวลา ซึ่งเราสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับการวัดเป็นหน่วยของน้ำหนักต่อเวลา โดยใช้ตารางเทียบแปลงหน่วย เครื่องมือวัดประเภทนี้มีใช้ทั้งแบบดิจิทัล และ แบบกลไก ซึ่งในการทดลองนี้เลือกใช้แบบกลไก ทำงานโดยการให้แก๊สวิ่งผ่านภายในเครื่องมือ ถูกบดโลหะที่บรรจุภายในจะเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง ตามอัตราการไหลอากาศที่จ่ายผ่านเครื่องมือ และสามารถปรับอัตราการไหลแก๊สเพื่อควบคุมอัตราการป้อนเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ ในการใช้นั้นจะต้องคำนึงถึงย่านการทำงาน รวมทั้งค่าความผิดพลาดของเครื่องมือตัวดังกล่าว เพื่อป้องกันการเสียหายของเครื่องมือ และ ค่าที่ทำการวัดอาจคลาดเคลื่อนจากค่าที่ได้จริง



รูปที่ 4.6 เครื่องมือวัดอัตราการไหล

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของเครื่องมือวัดอัตราการไหล

PRODUCT NAME	DWYER
MODEL	RMA-2
RANGE SCALE	200-2500 cc/min
PRESSURE RATING	MAXIMUM 100 P.S.I. (7 bar)
TEMPERATURE RATING	MAXIMUM 150 ° F (66 ° C)
ACCURACY	RMB 4% of full scale reading

4.2.1.6 เทอร์โมมิเตอร์

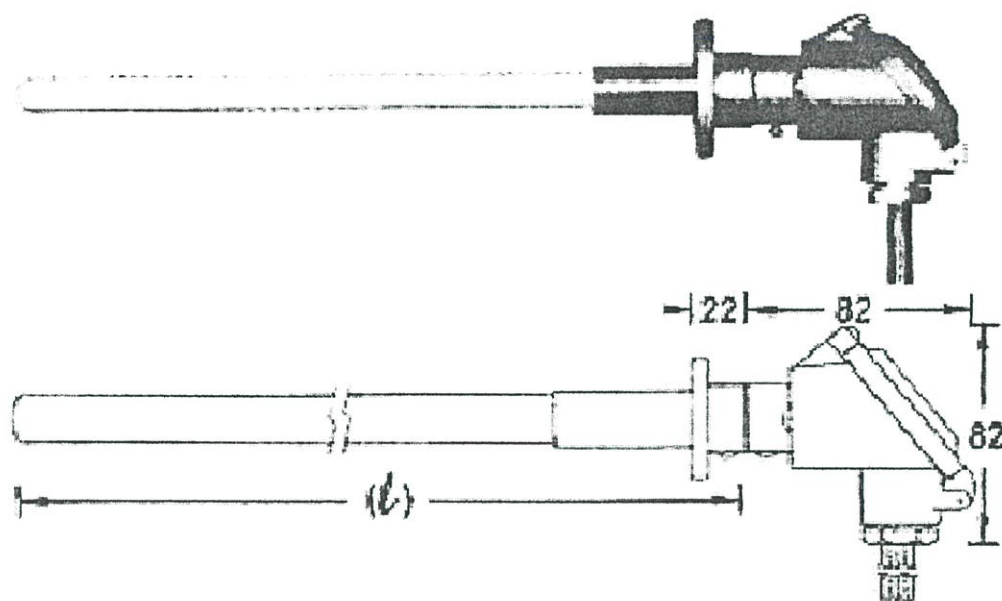
4.2.1.7 น้ำ

4.2.1.8 นาฬิกาจับเวลา

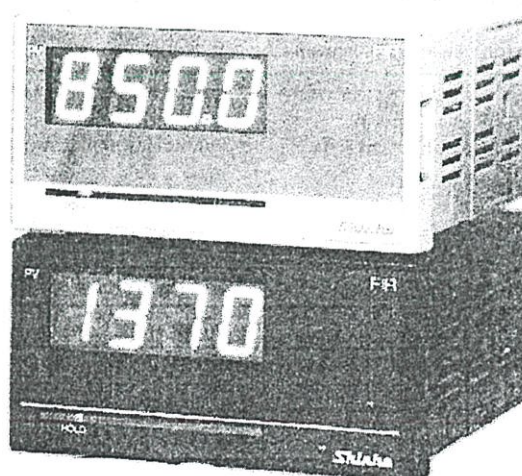
4.2.1.9 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermocouple and Display)

ในการทดลองหาค่าสมรรถนะของหัวเผา การวัดอุณหภูมิในแต่ละช่วงมีความจำเป็นในการศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการทำงาน แต่ในการทำงานของหัวเผาพบว่า อุณหภูมิที่ได้จากการเผาไหม้สูง จึงมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่สามารถวัดอุณหภูมิได้สูง ซึ่งเลือกใช้เทอร์โมคัปเปิล และ อุปกรณ์แสดงผล โดยการเลือกใช้ประเภทของเทอร์โม

คัปเปิล ต้องศึกษาลักษณะงานและอุณหภูมิที่ทำการวัดเพื่อป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ การทำงานของเครื่องมือนี้จำเป็นต้องมีการปรับเทียบกับค่าอุณหภูมิพื้นฐาน และ ค่าความผิดพลาดของเครื่องมือวัดจากคู่มือการใช้งาน



รูปที่ 4.7 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermocouple)



รูปที่ 4.8 มาตรฐานวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัล (Digital meter)

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิล

ชนิด	R (PR 13%)
ขนาดของไส้ (๑)	10 mm.
ความยาวปลอกป้องกัน	200 mm.
อุณหภูมิใช้งานสูงสุด	1600 °C

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติของเครื่องวัดอุณหภูมิ

รุ่นเครื่องมือวัด	FIR-101-M
ชนิดของเทอร์โมคัปเปิล	R (PR-13)
ย่านการวัดค่า	0-1760 °C
ความละเอียดในการวัดค่า	1°C
ความเที่ยงตรง	± 0.4% ของค่าเต็มสเกล

4.2.1.10 หัวปรับความดัน

4.3 วิธีการทดสอบ

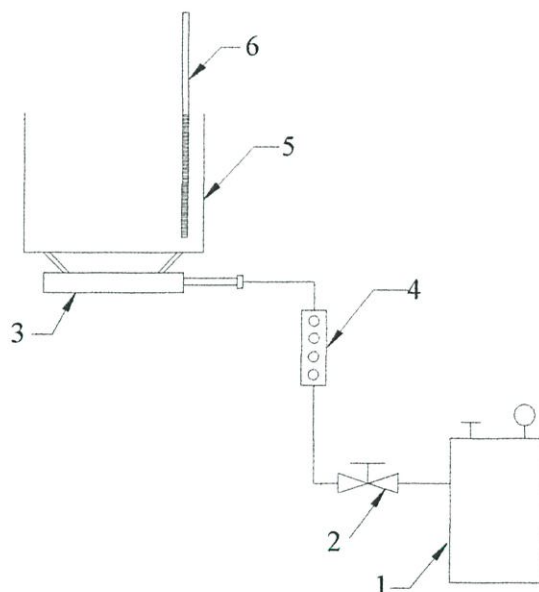
4.3.1 การอุ่นหัวเผา น้ำมันพีช

การทดสอบการอุ่นหัวเผาน้ำมันพีชนั้นเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการจุดติดไฟของหัวเผาน้ำมันพีช โดยมีรายละเอียดในการทดสอบดังนี้

1. จัดอุปกรณ์ของหัวเผาน้ำมันพีชและเครื่องมือวัดอัตราการไหล
2. ทำการเปิดวาล์วน้ำมันพีช เมื่อน้ำมันพีชไหลเต็มหัวเผาแล้วทำการปิดวาล์วน้ำมันพีช
3. เปิดวาล์วแก๊ส LPG ที่อัตราการไหลคงที่ค่าหนึ่ง ทำการจุดไฟเพื่อทำการอุ่นหัวเผาน้ำมันพีช พร้อมทั้งจับเริ่มเวลา
4. เมื่อหัวเผาน้ำมันพีชติดไฟแล้ว ทำการปิดวาล์วแก๊ส LPG พร้อมทั้งหยุดจับเวลา
5. ทำการบันทึกค่าอัตราการไหลของแก๊ส LPG ที่ใช้และเวลาที่ใช้
6. ปลดปล่อยให้หัวเผาน้ำมันพีชกลับสู่สภาวะคงเดิมแล้วทำการทดลองตามข้างต้นซ้ำตามข้อ 2-5 กับหัวเผาน้ำมันพีช แต่ปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของแก๊ส LPG ที่ต่างๆ

4.3.2 การวัดประสิทธิภาพเชิงความร้อน

การวัดประสิทธิภาพเชิงความร้อนในงานวิจัยครั้งนี้เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนระหว่างหัวเผาแก๊สกับหัวเผาน้ำมันพืชที่ได้ทำการออกแบบไว้ ซึ่งการวัดประสิทธิภาพเชิงความร้อนซึ่งจะหาได้จาก ค่าความร้อนสัมผัสที่น้ำได้รับ โดยการค้ำน้ำจากอุณหภูมิห้องจนใกล้จุดเดือดของน้ำ(ประมาณ 90°C) แล้ววัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งหาได้จากเวลาที่ใช้ในการค้ำน้ำและอัตราการไหลของแก๊สเชื้อเพลิง โดยในงานวิจัยครั้งนี้ทำการทดสอบโดยการค้ำน้ำที่ภาชนะบรรจุน้ำ 8 ลิตรจาก 31°C ถึง 90°C ภายในห้องปิดซึ่งจะควบคุมการสูญเสียความร้อนจากการพาของลม โดยมีวงจรการทำงานของหัวเผาดังรูปที่4.9และ4.10



1.ถังแก๊ส LPG

3.หัวเผาแก๊ส

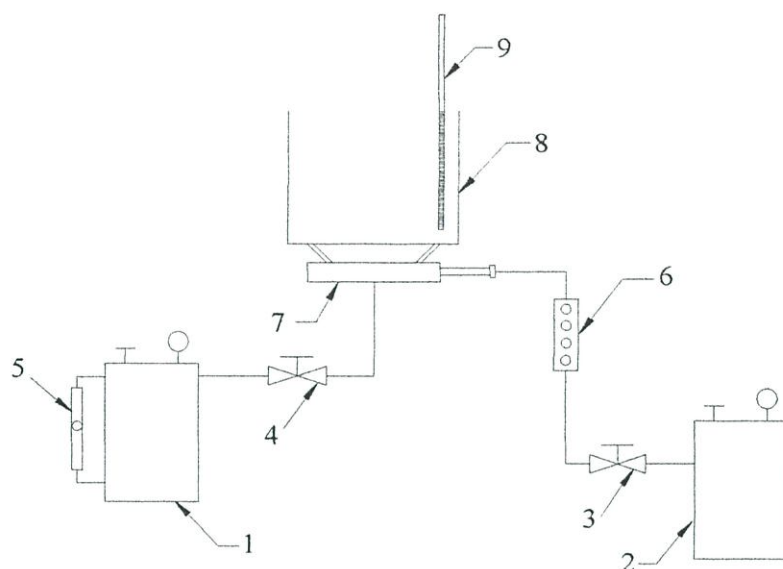
5.ภาชนะบรรจุน้ำ 8 ลิตร

2.วาล์วแก๊ส LPG

4.มิเตอร์วัดการไหลแก๊ส

6.เทอร์โมมิเตอร์

รูปที่ 4.9 แสดงวงจรการทำงานของหัวเผาแก๊ส LPG และอุปกรณ์การทดสอบ



- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1. ถังน้ำมันพืช | 2. ถังแก๊ส LPG |
| 3. วาล์วแก๊ส LPG | 4. วาล์วน้ำมันพืช |
| 5. มิเตอร์วัดการไหลน้ำมัน | 6. มิเตอร์วัดการไหลแก๊ส |
| 7. หัวเผาน้ำมันพืช | 8. ภาชนะบรรจุน้ำ 8 ลิตร |
| 9. เทอร์โมมิเตอร์ | |

รูปที่ 4.10 แสดงวงจรการทำงานของหัวเผาน้ำมันพืชและอุปกรณ์การทดสอบ

4.3.2.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเผาแก๊ส LPG

รายละเอียดในการทดสอบ

1. จัดอุปกรณ์เตาหุงต้มของแก๊ส LPG และเครื่องมือวัดอัตราการไหล
2. เติมน้ำลงในภาชนะบรรจุน้ำใบที่ 1 และ ใบที่ 2 แล้วคนอย่างสม่ำเสมอ บันทึกอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น
3. เปิดแก๊ส LPG ที่อัตราการไหลคงที่ค่าหนึ่งและทำการจุดไฟ ตั้งภาชนะที่บรรจุน้ำใบที่ 1 ลงบนเตาที่ทำการทดสอบเปิดเตาทิ้งไว้ 10 นาที เพื่ออุ่นเตาให้ร้อนก่อนทำการทดสอบและเพื่อลดความร้อนสูญเสียให้กับอุปกรณ์ประกอบเตา เช่น ท่อทางผสมแก๊ส ฐานตั้งภาชนะให้น้อยลง
4. เปลี่ยนภาชนะบรรจุน้ำเป็นภาชนะใบที่ 2 ซึ่งเป็นภาชนะที่ทำการทดสอบพร้อมทั้งเริ่มจับเวลา

- 5.เมื่ออุณหภูมิน้ำถึง 90°C แล้วพร้อมทั้งหยุดจับเวลา
- 6.บันทึกค่าแก๊ส LPG ที่ใช้และเวลาที่ใช้
- 7.บันทึกค่าอุณหภูมิสูงสุด
- 8.ทำการทดลองตามข้างต้นตามข้อ4-8กับหัวเผาแก๊สหุงต้มทั้ง4แบบ โดยปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของแก๊ส LPG ที่ต่างๆ
- 9.คำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเผาแก๊สหุงต้มที่ทำการทดสอบทั้ง4แบบ

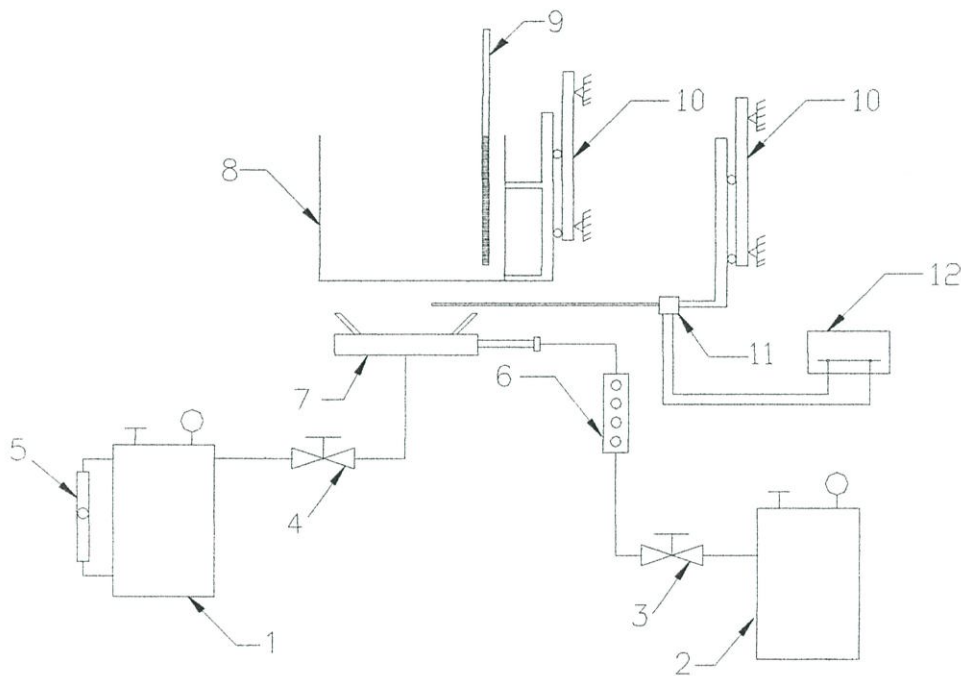
4.3.2.2 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเผาน้ำมันพืช

รายละเอียดในการทดสอบ

- 1.จัดอุปกรณ์หัวเผาน้ำมันพืชและเครื่องมือวัดอัตราการไหล
- 2.เติมน้ำลงในภาชนะบรรจุน้ำใบที่1และใบที่2แล้วคนอย่างสม่ำเสมอ บันทึกอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น
- 3.เปิดแก๊ส LPG แล้วจุดไฟเพื่ออุ่นหัวเผาน้ำมันพืชและเปิดวาล์วน้ำมันพืชที่อัตราการไหลคงที่ค่าหนึ่ง เมื่อหัวเผาน้ำมันพืชติดไฟแล้วทำการปิดแก๊ส LPG ที่อุ่นหัวเผาน้ำมันพืช
- 4.ตั้งภาชนะที่บรรจุน้ำใบที่1ลงในเตาที่ทำการทดสอบเปิดเตาทิ้งไว้10นาที เพื่ออุ่นเตาให้ร้อนก่อนทำการทดสอบและเพื่อลดความร้อนสูญเสียให้กับอุปกรณ์ประกอบเตา เช่นฐานตั้งภาชนะให้น้อยลง
- 5.เปลี่ยนภาชนะบรรจุน้ำเป็นภาชนะใบที่2 ซึ่งเป็นภาชนะที่ทำการทดสอบพร้อมทั้งเริ่มจับเวลา
- 6.เมื่ออุณหภูมิน้ำถึง 90°C แล้วพร้อมทั้งหยุดจับเวลา
- 7.บันทึกค่าน้ำมันพืชที่ใช้และเวลาที่ใช้
- 8.บันทึกค่าอุณหภูมิสูงสุด
- 9.ทำการทดลองตามข้างต้นตามข้อ2-9กับหัวเผาน้ำมันพืช โดยปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำมันพืชที่ต่างๆ
- 10.คำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเผาน้ำมันพืชที่ทำการทดสอบ

4.3.3 การวัดการกระจายอุณหภูมิและการเกิดเขม่าควันของหัวเผา น้ำมันพีช

การวัดการกระจายอุณหภูมิและการเกิดเขม่าควันของหัวเผา น้ำมันพีชนั้นเพื่อหาระยะห่างของฐานเตากับหัวเผา น้ำมันพีชที่เหมาะสมในการใช้งานและยังสามารถดูลักษณะ โครงสร้างของเปลวไฟที่เกิดขึ้นในหัวเผา น้ำมันพีช โดยมีวงจรการทดสอบของหัวเผาดังรูปที่ 4.11



- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1. ถังน้ำมันพีช | 2. ถังแก๊ส LPG |
| 3. วาล์วแก๊ส LPG | 4. วาล์วน้ำมันพีช |
| 5. มิเตอร์วัดการไหลน้ำมัน | 6. มิเตอร์วัดการไหลแก๊ส |
| 7. หัวเผา น้ำมันพีช | 8. ภาชนะบรรจุน้ำ 8 ลิตร |
| 9. เทอร์โมมิเตอร์ | 10. คานปรับระดับ |
| 11. เทอร์โมคัปเปิล | 12. ตัวแสดงผลอุณหภูมิ |

รูปที่ 4.11 แสดงการวัดการกระจายอุณหภูมิและการเกิดเขม่าควันของหัวเผา น้ำมันพีช โดยมีรายละเอียดในการทดสอบดังนี้

1. จัดอุปกรณ์หัวเผา น้ำมันพีชและเครื่องมือวัดอัตราการไหล
2. เติมน้ำลงภาชนะบรรจุน้ำที่จะทำการทดสอบ
3. เปิดแก๊ส LPG แล้วจุดไฟเพื่อทำการอุ่นหัวเผา น้ำมันพีชและเปิดวาล์วน้ำมันพีช
4. เมื่อหัวเผา น้ำมันพีชติดไฟแล้วทำการปิดแก๊ส LPG ที่ทำการอุ่น
5. ตั้งภาชนะบรรจุน้ำลงบนเตาที่ทำการทดสอบ

6. เมื่ออุณหภูมิน้ำสูงขึ้นจนเริ่มเดือดทำการวัดการกระจายอุณหภูมิและการเกิดเงม่าควัน
7. สอดเทอร์โมคัปเปิลเพื่อวัดการกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผา น้ำมันพืช
8. บันทึกค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้น
9. ทำการปรับระยะห่างของเทอร์โมคัปเปิลไปที่ระยะห่างต่างๆ
10. ทำการทดลองตามข้างต้นดังกล่าวกับหัวเผาน้ำมันพืช โดยทำการปรับระยะของฐานเตา กับหัวเผาน้ำมันพืชไปที่ระยะห่างต่างๆ

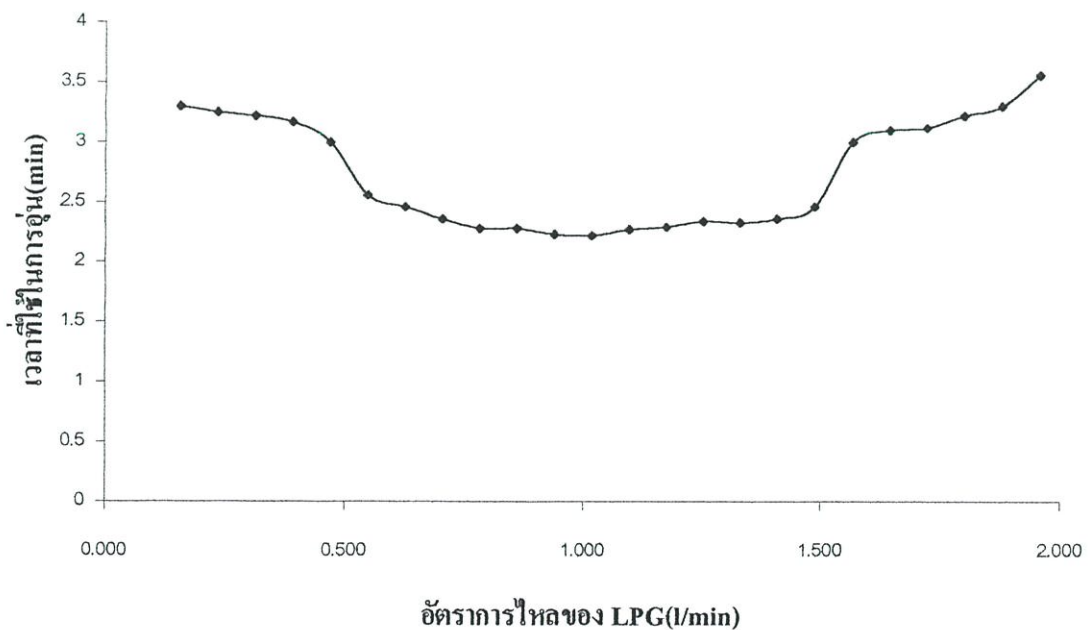
บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1 บทนำ

ในการหาสมรรถนะการทำงานของหัวเผาน้ำมันพืชในด้านต่างๆ ของวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นการนำเสนอผลการทดลองที่เปรียบเทียบระหว่าง หัวเผาน้ำมันพืชกับหัวเผาแก๊สLPGโดยงานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาศมรรถนะในด้านต่างๆเช่น ผลของอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่อัตราการไหลต่างๆที่มีผลต่อ ระยะเวลาในการอุ่นหัวเผา การกระจายอุณหภูมิ การเกิดเขม่าควันและทำการศึกษาการใช้หัวเผาเชื้อเพลิงร่วมเพื่อทดแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์โดยเปรียบเทียบกันกับการใช้หัวเผาก๊าซหุงต้ม ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ได้นำน้ำมันปาล์มที่เหลือจากการใช้งานนำมาเป็นเชื้อเพลิง โดยมีราคาอยู่ที่ลิตรละ 2 บาทและราคาของแก๊ส LPG จะมีราคาอยู่ที่15บาทต่อ1kg ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เพื่อให้ทราบพฤติกรรมที่เกิดขึ้นที่มีผลกระทบต่อการทำงานของหัวเผาน้ำมันพืชโดยมีผลการทดลองดังนี้

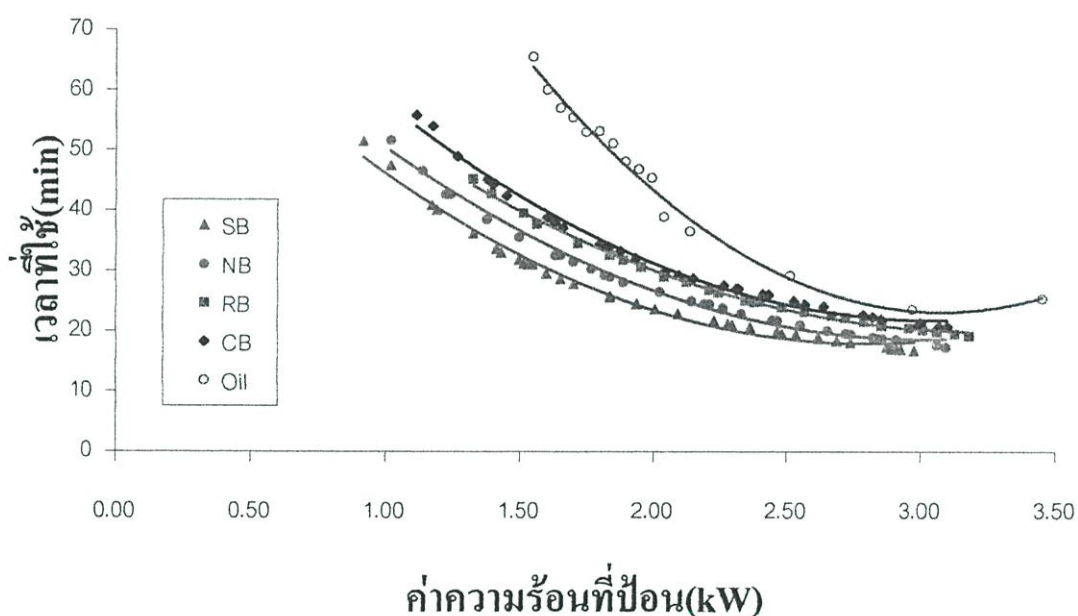
5.2 ผลการเปรียบเทียบระหว่างเวลาในการอุ่นหัวเผากับการใช้อัตราการไหลของแก๊ส LPGที่อัตราการไหลต่างๆ



รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบระหว่างเวลาในการอุ่นหัวเผากับการใช้อัตราการไหลของแก๊สLPGที่อัตราการไหลต่างๆ

จากผลการทดสอบในรูปที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าที่อัตราการไหลของแก๊สLPGต่ำๆนั้นจะต้องใช้ระยะเวลาในการอุ่นหัวเผาหน้านั้นมาก เพราะเนื่องจากเปลวไฟของแก๊สLPGนั้นให้ความร้อนในการอุ่นหัวเผาน้ำมันพืชที่ต่ำและเมื่อมีการปรับอัตราการไหลของแก๊สLPGเพิ่มขึ้นนั้นระยะเวลาที่ใช้ในการอุ่นหัวเผานั้นจะใช้เวลานที่น้อยลงจนถึงจุดต่ำสุด(ที่อัตราการไหลของแก๊สLPGที่1.018ลิตรต่อนาที โดยใช้เวลาที่2.22นาที)และจะใช้ระยะเวลาในการอุ่นหัวเผาเพิ่มขึ้นเมื่อเกินจุดนี้ไปอันเนื่องจากลักษณะของฐานเปลวไฟของแก๊สLPGถูกค้นให้ลอยตัวสูงขึ้นเลยจากบริเวณกะทะอุ่นน้ำมันทำให้การให้ความร้อนในการอุ่นหัวเผานั้นลดต่ำลง

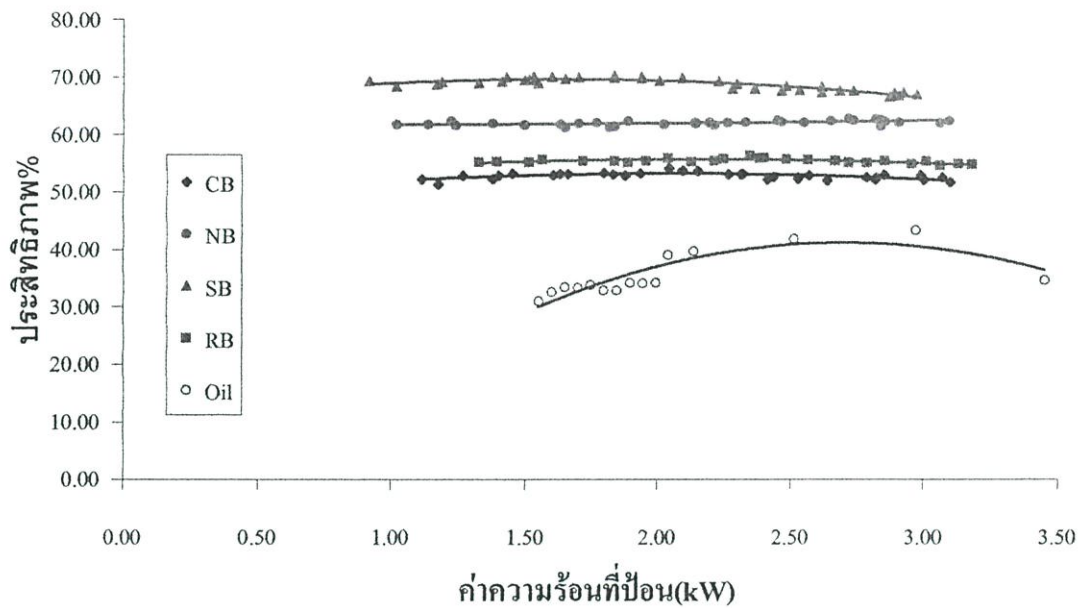
5.3 ผลการเปรียบเทียบค่าความร้อนที่ป้อนกับเวลาที่ใช้



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าความร้อนที่ป้อนกับเวลาที่ใช้ต้ม

จากผลการทดสอบในรูปที่5.2ของเตาหุงต้มทั้ง5แบบ จะเห็นได้ว่าที่ช่วงของการป้อนค่าความร้อนในช่วงเดียวกันนั้นจะพบว่าเตาSBนั้นจะใช้เวลานที่น้อยที่สุดรองลงมาคือ เตานB,เตาRB,เตาCBและเตาOil ซึ่งเตา SB จะใช้เวลาประมาณ 16.73 นาที ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 2.98(kW) รองลงมาคือ เตานB 17.3 นาที ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 3.10(kW) เตารB 19.14 นาที ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 3.18(kW) เตาCB 20.77 นาที ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 3.10(kW) เตา Oil 25.82 นาที ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 2.95(kW)

5.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้ม



รูปที่ 5.3.เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้ม

จากผลการทดสอบในรูปที่ 5.3. จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มทั้ง 5 แบบ มีแนวโน้มให้ผลไปในทิศทางเดียวกันคือที่อัตราการไหลของเชื้อเพลิงที่ต่ำค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะต่ำและเมื่ออัตราการไหลของเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะเพิ่มขึ้นตามจนถึงจุดสูงสุดและจะลดลงเมื่ออัตราการไหลของเชื้อเพลิงสูงเกินจุดนี้เกินไป จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มทั้ง 5 แบบจะพบว่าเตา SB จะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงที่สุดประมาณ 70.3% ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 1.84(kW) รองลงมาคือ เตา NB 62.80% ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 2.72(kW) เตา RB 56.37% ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 2.35(kW) เตา CB 54.18% ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 2.04(kW) และเตา Oil มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่ต่ำที่สุดคือ 43.30% ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 2.97(kW)

5.5 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มทั้ง 5 แบบ

เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีด้วยกันหลายประการคือ ลักษณะของการเหนี่ยวนำปริมาณอากาศที่เข้าไปผสมกับเชื้อเพลิง, อัตราการไหลของของผสมระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงและอากาศ, ลักษณะการไหล (Flow Pattern), รูปแบบการถ่ายเทความร้อนและอัตราการสูญเสียความร้อน (Rate of heat loss) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันของ

เตาแต่ละแบบนั่นเอง ลักษณะทางกายภาพเหล่านี้ได้แก่ ขนาดของช่องเปิดทางท่อผสม, ขนาดพื้นที่ของรูของเตา, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเตา, ลักษณะของฐานตั้งภาชนะและวัสดุที่ใช้ทำเตา ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อระยะเวลาในการผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ ค่าประสัมประสิทธิภาพถ่ายเทความร้อน ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ รวมถึงอุณหภูมิของเปลวไฟของเตาแต่ละแบบต่างกันด้วย

5.5.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาทั้ง 5 แบบ

5.5.1.1 การเปรียบเทียบเตา CB กับเตา SB

จากผลการทดสอบพบว่า ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา SB มีค่าสูงกว่าเตา CB เฉลี่ย 16.12% ตลอดช่วงการใช้งาน ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าลักษณะการไหลแบบหมุนวนเข้าสู่ศูนย์กลางของเปลวไฟนั้น ทำให้เกิดการสัมผัสของแก๊สร้อนกับภาชนะนานขึ้นและการหมุนวนนี้ทำให้เกิดปรากฏการณ์ Impinging ทำให้การถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นเป็นผลทำให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มขึ้นสูงขึ้นอย่างมาก

5.5.1.2 การเปรียบเทียบเตา CB กับเตา NB

จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา NB สูงกว่าเตา CB เฉลี่ย 8.62% ตลอดช่วงการใช้งาน เหตุผลเนื่องจากลักษณะการไหลแบบหมุนวนของเปลวไฟคล้ายกับเตา SB แต่ลักษณะของการหมุนวนที่เกิดขึ้นนั้นมีน้อยกว่าเตา SB จึงทำให้การสัมผัสของแก๊สร้อนกับภาชนะนั้นมีน้อยกว่าเตา SB จึงเป็นผลทำให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนนั้นน้อยกว่าของเตา SB

5.5.1.3 การเปรียบเทียบเตา CB กับเตา RB

จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา RB สูงกว่าเตา CB เฉลี่ยอยู่ที่ 2.19% ตลอดช่วงการใช้งาน เนื่องจากเตา RB นั้นมีแผ่นเซรามิกพอร์น ซึ่งแผ่นเซรามิกพอร์นนี้จะช่วยทำให้เกิดการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งผลเหล่านี้ทำให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา RB สูงกว่าเตา CB ด้วย

5.5.1.4 การเปรียบเทียบเตา SB กับเตา NB

จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา SB สูงกว่าเตา NB เฉลี่ยอยู่ที่ 7.5% ตลอดช่วงการใช้งาน เนื่องจากเตา SB มีลักษณะการไหลของเปลวไฟแบบหมุนวนเข้าสู่ศูนย์กลางมากกว่าของเตา NB ซึ่งการหมุนวนแบบนี้ทำให้การสัมผัสของแก๊สร้อนกับภาชนะสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา SB สูงกว่าเตา NB

5.5.1.5 การเปรียบเทียบเตา SB กับเตา RB

จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา SB สูงกว่าเตา RB เฉลี่ย 13.93% ตลอดช่วงการใช้งาน เนื่องจากลักษณะของเปลวไฟที่แตกต่างกันนั้นจึงทำให้การสัมผัส

ของแก๊สร้อนกับภาชนะของเตา SB ดีกว่า จึงทำให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา SB สูงกว่าเตา RB

5.5.1.6 การเปรียบเทียบเตา NB กับเตา RB

จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา NB สูงกว่าเตา RB เฉลี่ย 6.43% ตลอดช่วงการใช้งาน เนื่องจากลักษณะของเปลวไฟที่แตกต่างกันนั้นจึงทำให้การสัมผัสของแก๊สร้อนกับภาชนะของเตา NB ดีกว่า จึงทำให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา NB สูงกว่าเตา RB

5.5.1.7 การเปรียบเทียบเตา Oil กับเตาแก๊ส LPG ทั้ง 4 แบบ

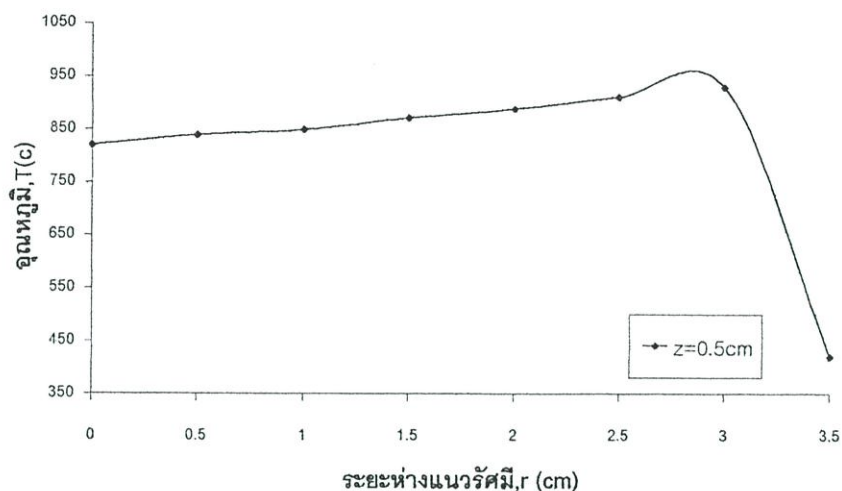
จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา Oil นั้น จะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่ต่ำกว่าเตาประเภทอื่นๆ อยู่ประมาณ 10.88% ถึง 27.03% ตลอดช่วงการใช้งาน เนื่องจากลักษณะการผสมกันระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงและอากาศนั้นแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะของการผสมกันระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงและอากาศของเตา Oil นั้นเป็นแบบ Non-premixed Flame แต่ลักษณะของการผสมกันระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับอากาศของเตาแก๊ส LPG ทั้ง 4 แบบนั้นเป็นแบบ premixed Flame ซึ่งลักษณะการผสมกันระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับอากาศนั้นทำให้ลักษณะของเปลวไฟที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งมีผลต่อค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา Oil ด้วยเช่นกันและลักษณะของหัวเตา Oil นั้นแตกต่างกับหัวเตาแก๊ส LPG ทั้ง 4 แบบคือ หัวเตา Oil นั้นจะใช้เปลวไฟที่ได้เพื่อนำมาให้ความร้อนกับน้ำมันพืชที่อยู่บนแอ่งกะทะ ซึ่งความร้อนของเปลวไฟส่วนนี้จะถูกใช้ไปส่วนหนึ่งซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา Oil ด้วยเช่นกัน

5.6 ผลการทดสอบการกระจายอุณหภูมิและการเกิดเขม่าควันของหัวเตาน้ำมันพืช

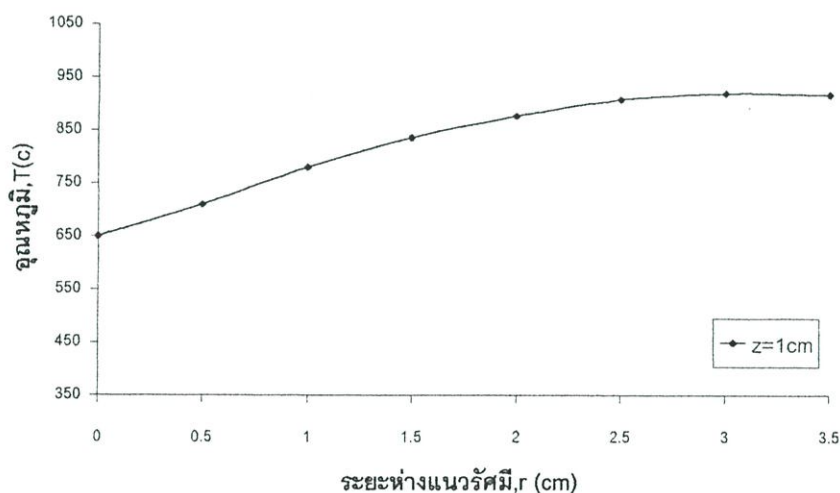
การกระจายอุณหภูมินั้นมีผลสอดคล้องกันกับการเกิดเขม่าควันของหัวเตาน้ำมันพืช ซึ่งการทดลองครั้งนี้จะทำการทดสอบ โดยทำการปรับระยะห่างของฐานเตากับหัวเตาน้ำมันพืชที่ระยะห่างต่างๆ ณ ที่การป้อนค่าความร้อนที่ 2.97(kW) ซึ่งให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเตาน้ำมันพืชที่สูงที่สุดคือ 43.3%

5.6.1 การกระจายอุณหภูมิกายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเตาน้ำมันพืชที่ระยะ 1 ซม.

5.6.1.1 การกระจายอุณหภูมิกายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเตาน้ำมันพืชที่ระยะ 1 ซม.



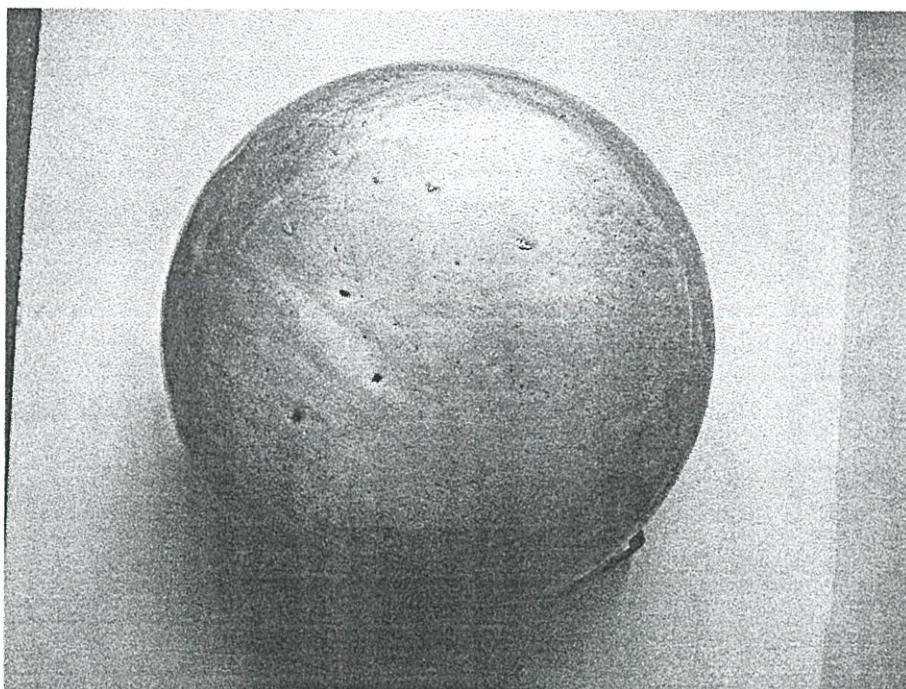
รูปที่ 5.4 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 1 cm ที่ระยะ $Z=0.5$ cm



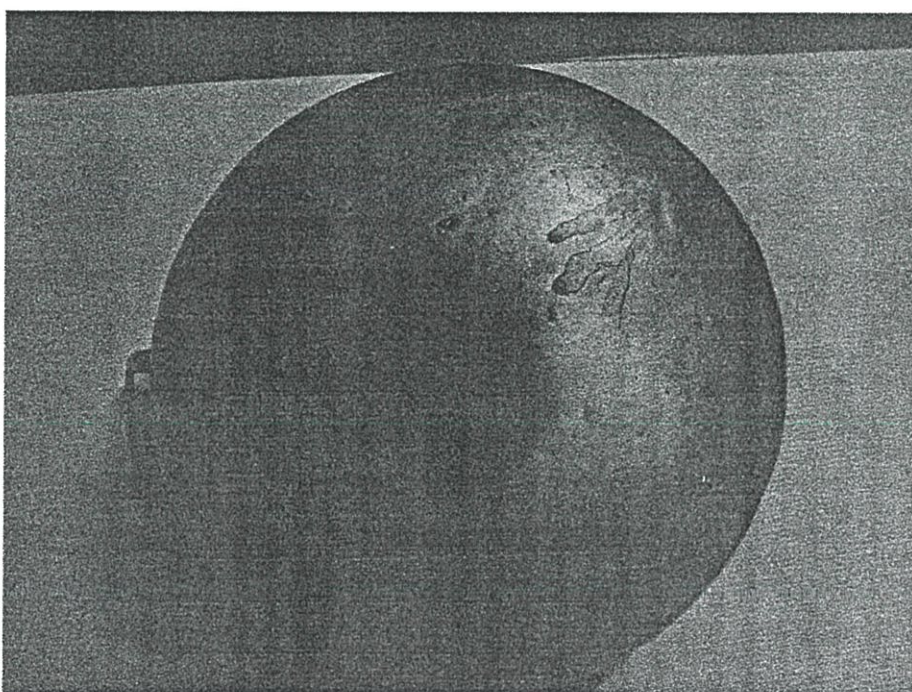
รูปที่ 5.5 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 1 cm ที่ระยะ $Z=1$ cm

จากรูปที่ 5.4 และ 5.5 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มให้ผลไปในทิศทางเดียวกันคือ อุณหภูมิที่บริเวณระยะห่างแนวรัศมี, r(cm) ที่ 0 cm คือที่ตำแหน่งกึ่งกลางของหัวเผา นั้นจะมีอุณหภูมิต่ำและจะมีอุณหภูมิค่อยๆ สูงขึ้นเมื่อระยะห่างของแนวรัศมีเพิ่มขึ้นจนถึงตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r(cm) ที่ 3 cm คือตำแหน่งปลายสุดของหัวเผา โดยที่ระยะห่างเท่ากับภาชนะที่ระยะ 1 cm จะมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 930°C และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 650°C และยังสามารถเห็นได้อีกว่าที่ระยะ $Z=0.5$ cm นั้นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าที่ระยะ $Z=1$ cm

5.6.1.2 การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 1 ซม.



รูปที่ 5.6 แสดงก้นภาชนะก่อนการทดสอบ

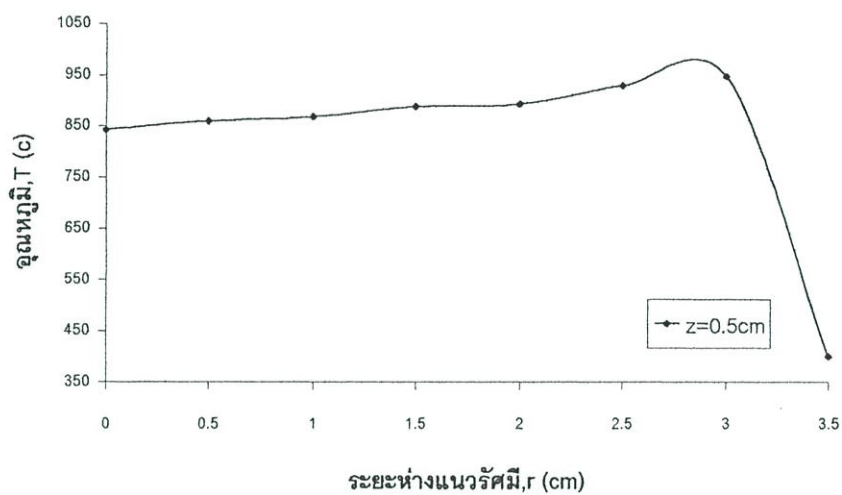


รูปที่ 5.7 แสดงก้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 1cm

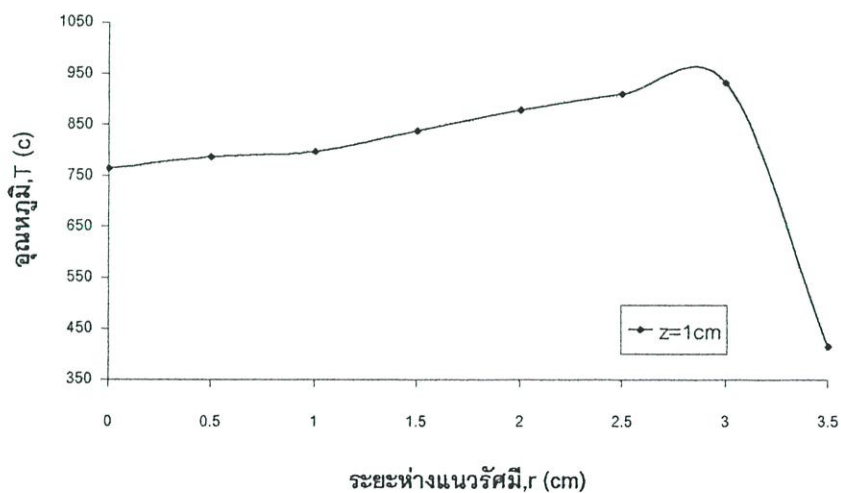
จากรูปที่ 5.6 และ 5.7 จะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบกันระหว่างก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบกับก้นภาชนะที่ระยะห่างเตาที่ 1 cm จากการสังเกตนั้นจะเห็นได้ว่าการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 1 cm นั้นจะมีเขม่าติดบริเวณก้นภาชนะมากเมื่อทำการเปรียบเทียบกันกับก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบและยังสังเกตได้ว่าการเกิดเขม่านั้นจะเกิดขึ้นบริเวณตรงส่วนกลางของก้นภาชนะที่ทำการทดสอบอีกด้วย

5.6.2 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 1.5 ซม.

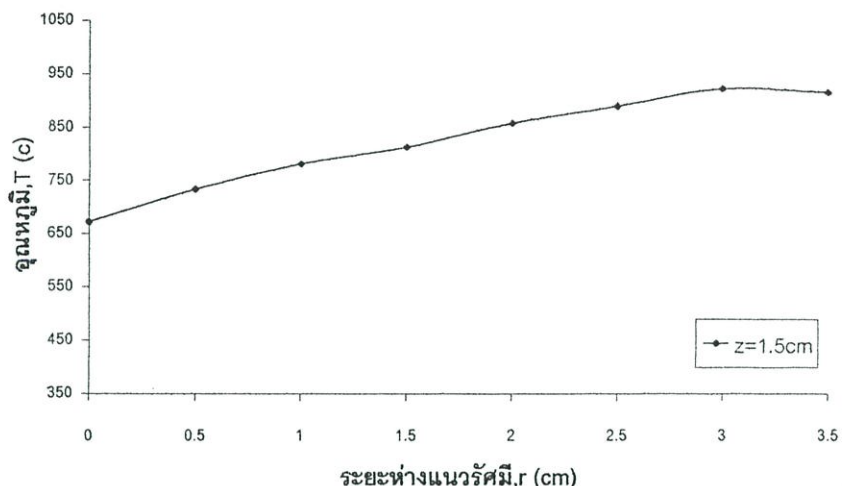
5.6.2.1 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 1.5 ซม.



รูปที่ 5.8 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 1.5 cm ที่ระยะ Z=0.5cm



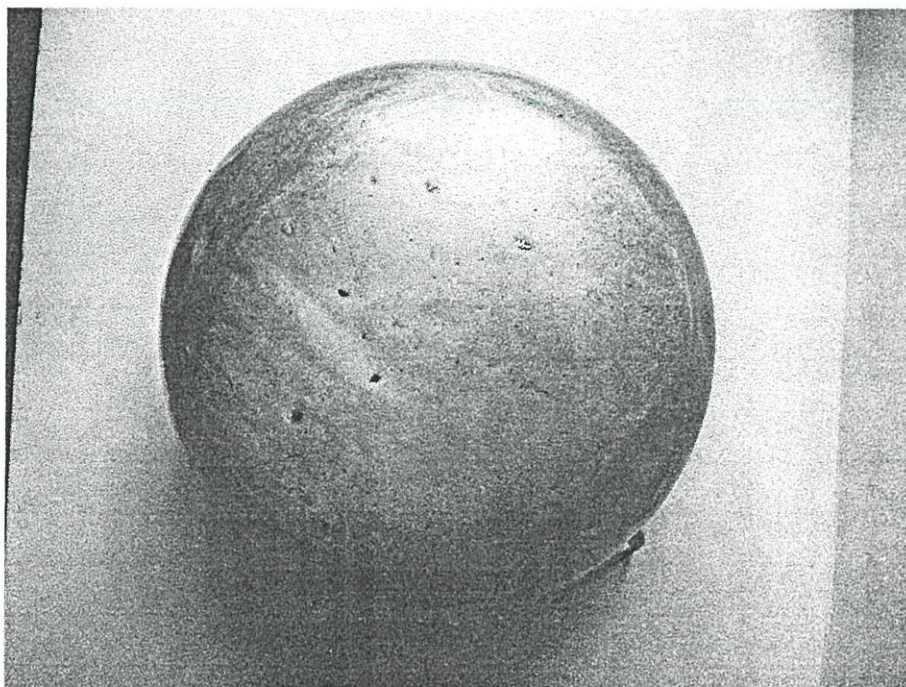
รูปที่ 5.9 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 1.5 cm ที่ระยะ Z=1cm



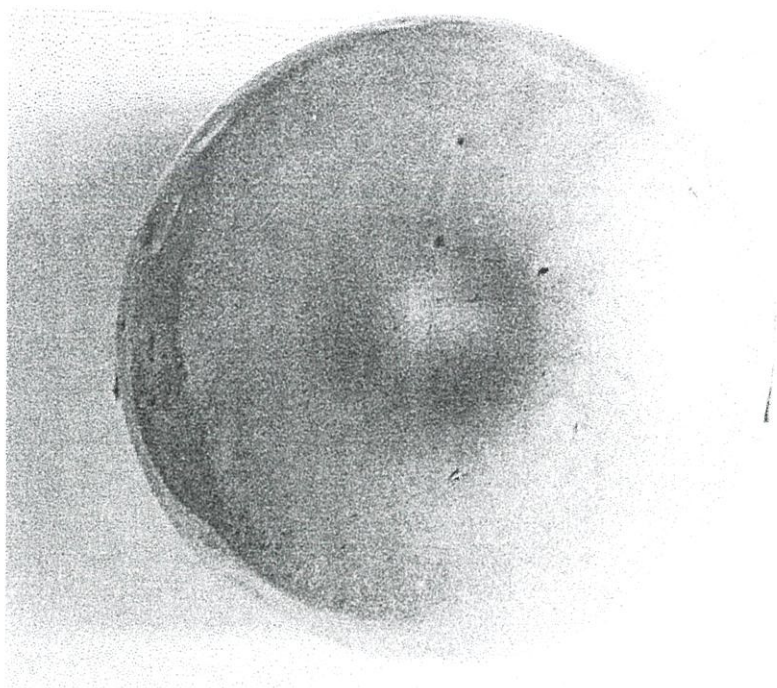
รูปที่ 5.10 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 1.5 cm ที่ระยะ $Z=1.5\text{cm}$

จากรูปที่ 5.8, 5.9 และ 5.10 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มให้ผลไปในทิศทางเดียวกันคือ อุณหภูมิที่บริเวณระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 0cm คือที่ตำแหน่งกึ่งกลางของหัวเผา นั้นจะมีอุณหภูมิต่ำและจะมีอุณหภูมิค่อยๆ สูงขึ้นเมื่อระยะห่างของแนวรัศมีเพิ่มขึ้นจนถึงตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 3cm คือตำแหน่งปลายสุดของหัวเผา โดยที่ระยะห่างเท่ากับภาชนะที่ระยะ 1.5 cm จะมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ $947\text{ }^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ $672\text{ }^{\circ}\text{C}$ และยังสามารถเห็นได้อีกว่าที่ระยะ $Z=0.5\text{ cm}$ นั้นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าที่ระยะ $Z=1\text{ cm}$ และที่ระยะ $Z=1.5\text{ cm}$

5.6.2.2 การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 1.5 ซม.



รูปที่ 5.11 แสดงก้นภาชนะก่อนการทดสอบ

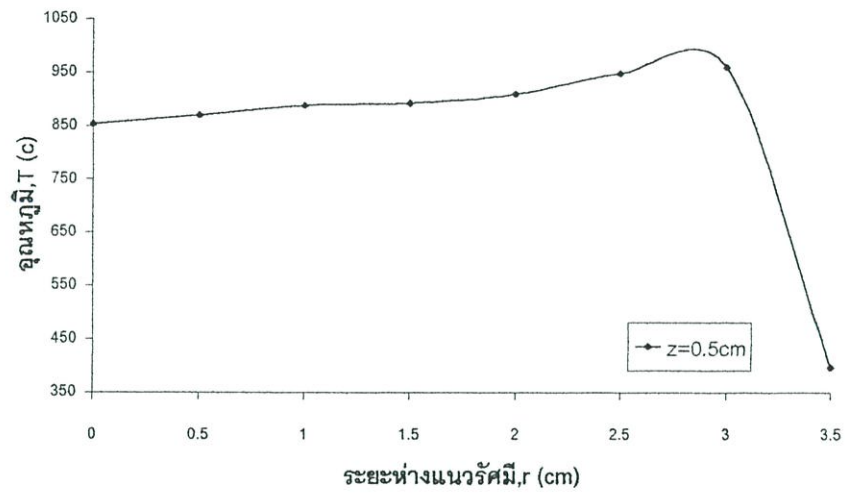


รูปที่ 5.12 แสดงก้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 1.5cm

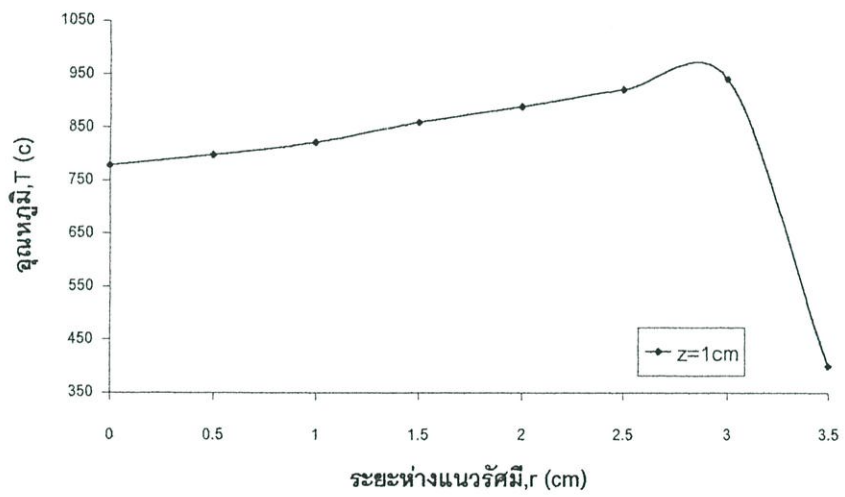
จากรูปที่ 5.11 และ 5.12 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบกันระหว่างก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบกับก้นภาชนะที่ระยะห่างเตาที่ 1.5 cm จากการสังเกตนั้นจะเห็นได้ว่าการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 1.5 cm นั้นจะมีเขม่าติดบริเวณก้นภาชนะค่อนข้างน้อยกว่าก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 1 cm เมื่อทำการเปรียบเทียบกันกับก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบและยังสังเกตได้ว่าการเกิดเขม่านั้นจะเกิดขึ้นบริเวณตรงส่วนกลางของก้นภาชนะที่ทำการทดสอบอีกด้วย

5.6.3 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 2 ซม.

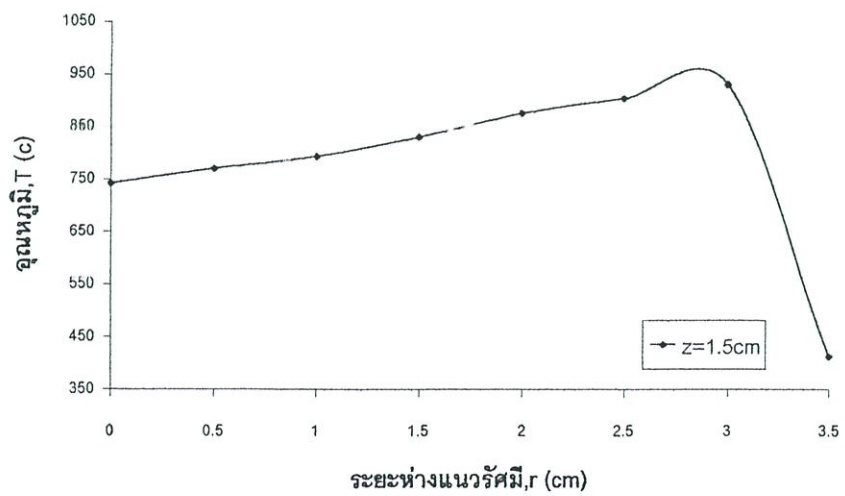
5.6.3.1 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 2 ซม.



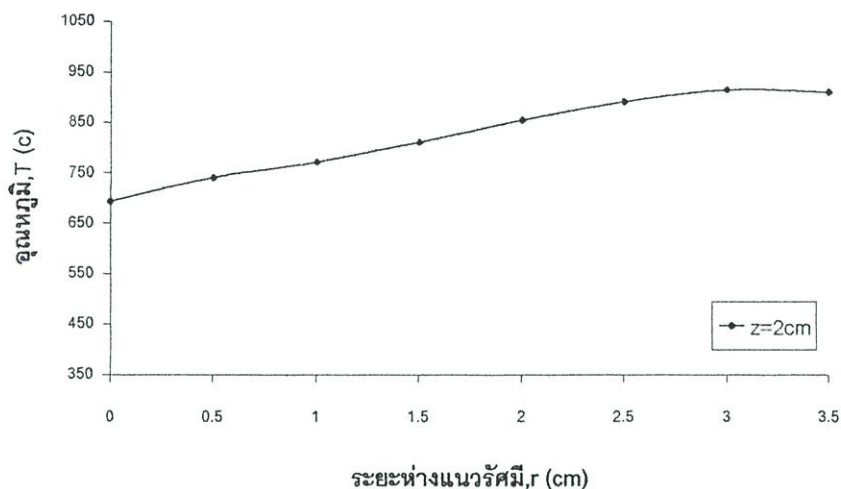
รูปที่ 5.13 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2 cm ที่ระยะ $Z=0.5\text{cm}$



รูปที่ 5.14 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2 cm ที่ระยะ $Z=1\text{cm}$



รูปที่ 5.15 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2 cm ที่ระยะ $Z=1.5\text{cm}$

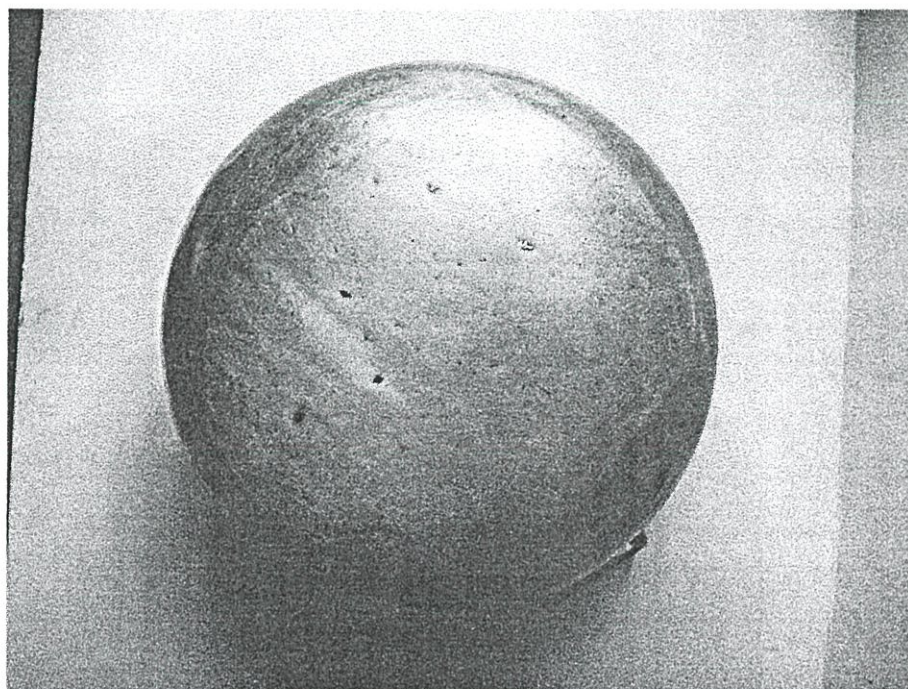


รูปที่ 5.16 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2 cm ที่ระยะ $Z=2\text{cm}$

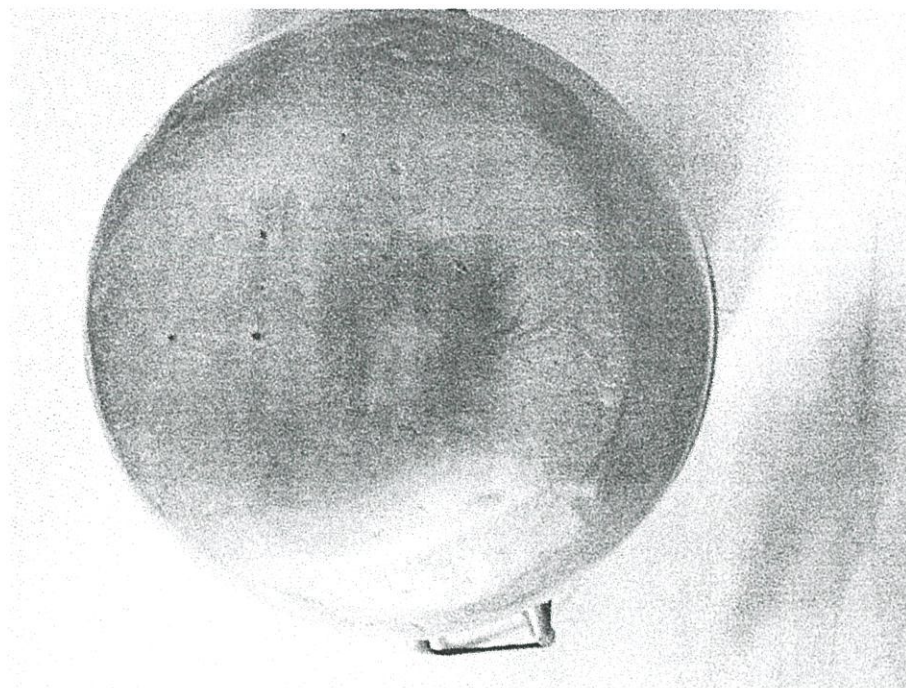
จากรูปที่ 5.13, 5.14, 5.15 และ 5.16 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มให้ผลไปในทิศทางเดียวกันคือ อุณหภูมิที่บริเวณระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 0 cm คือที่ตำแหน่งกึ่งกลางของหัวเผา นั้นจะมีอุณหภูมิต่ำและจะมีอุณหภูมิต่ำๆ สูงขึ้นเมื่อระยะห่างของแนวรัศมีเพิ่มขึ้นจนถึงตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 3 cm คือตำแหน่งปลายสุดของหัวเผา โดยที่ระยะห่างเท่ากับภาชนะที่ระยะ 2 cm จะมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ $960\text{ }^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ $693\text{ }^{\circ}\text{C}$ และยังสามารถเห็นได้อีกว่าที่ระยะ $Z=0.5\text{ cm}$ นั้นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าที่ระยะ $Z=1\text{ cm}$, ที่ระยะ $Z=1.5\text{ cm}$ และที่ระยะ $Z=2\text{ cm}$ ตามลำดับ

5.6.3.2 การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพีชที่ระยะ 2

ชม.



รูปที่ 5.17 แสดงก้นภาชนะก่อนการทดสอบ

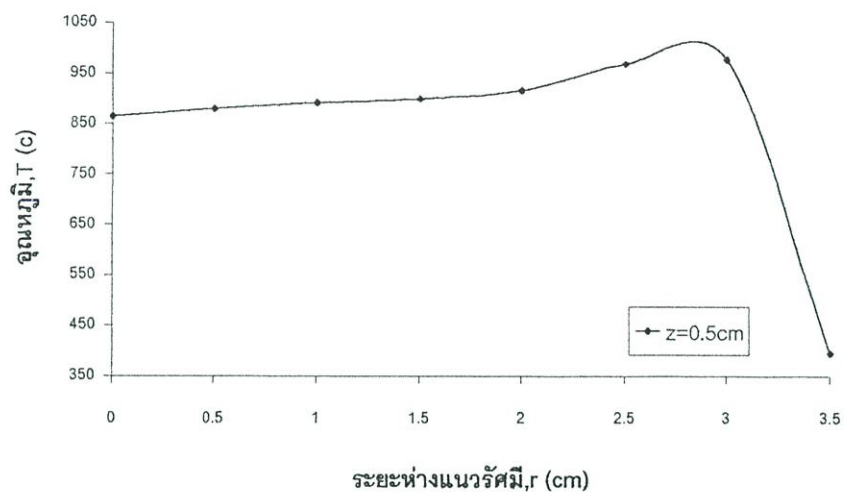


รูปที่ 5.18 แสดงก้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 2cm

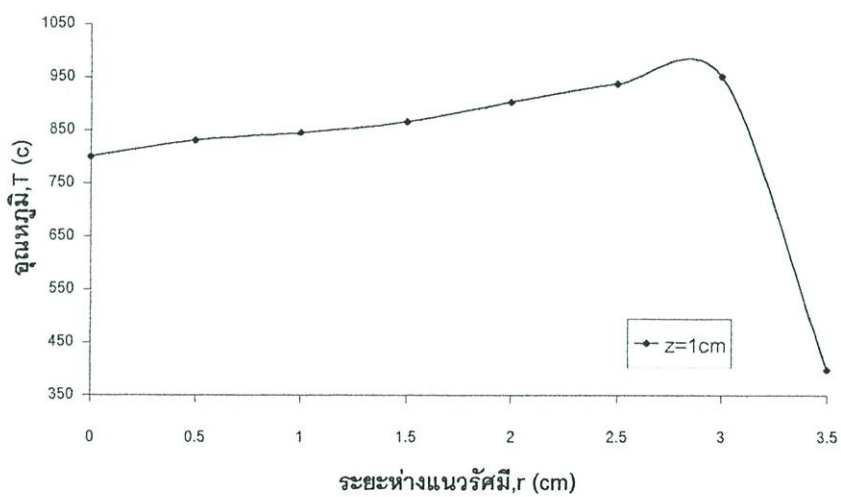
จากรูปที่ 5.17 และ 5.18 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบกันระหว่างก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบกับก้นภาชนะที่ระยะห่างเตาที่ 2 cm จากการสังเกตนั้นจะเห็นได้ว่าการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 2 cm นั้นจะมีเขม่าติดบริเวณก้นภาชนะค่อนข้างน้อยกว่าก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 1.5 cm และ ที่ระยะห่างเตา 1 cm ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกันกับก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบและยังสังเกตได้ว่าการเกิดเขม่านั้นจะเกิดขึ้นบริเวณตรงส่วนกลางของก้นภาชนะที่ทำการทดสอบอีกด้วย

5.6.4 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 2.5 ซม.

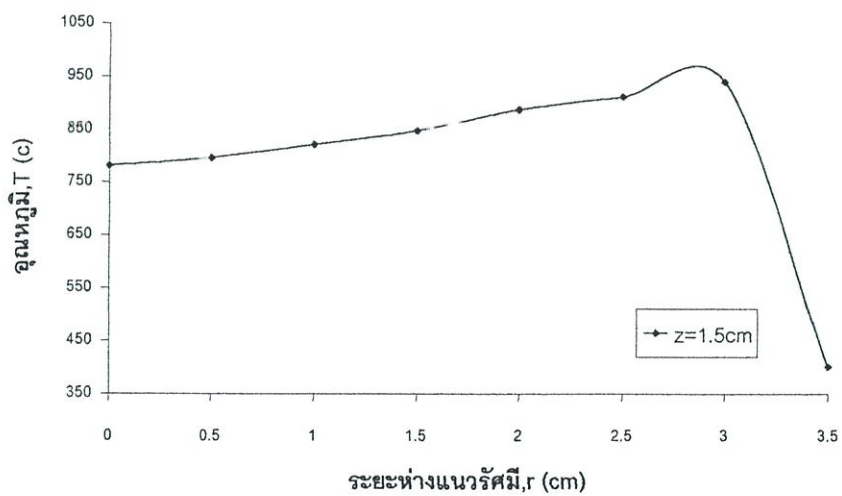
5.6.4.1 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 2.5 ซม.



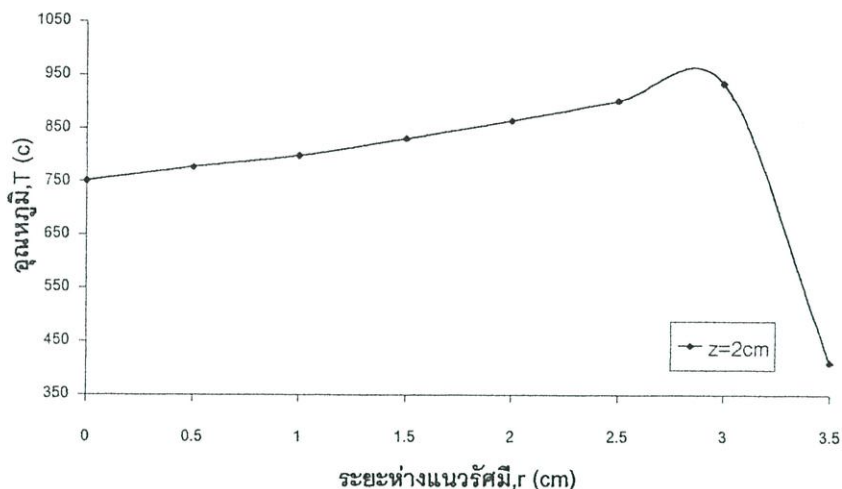
รูปที่ 5.19 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2.5 cm ที่ระยะ Z=0.5cm



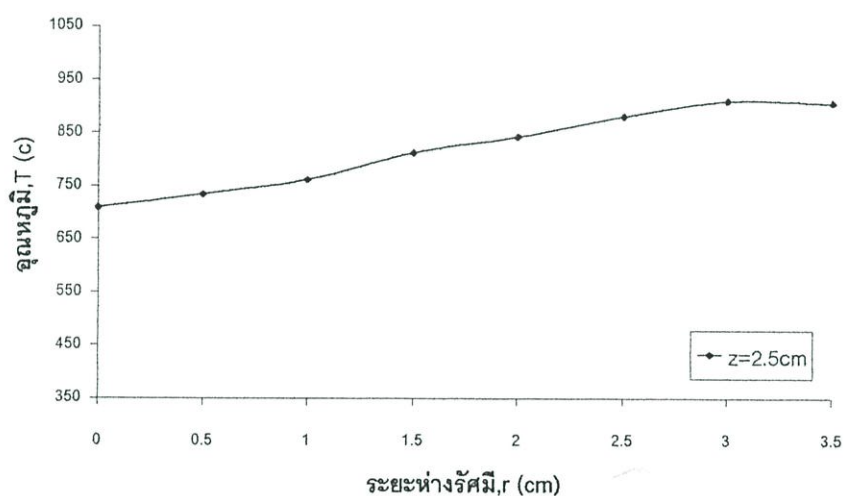
รูปที่ 5.20 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2.5 cm ที่ระยะ Z=1cm



รูปที่ 5.21 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2.5 cm ที่ระยะ Z=1.5cm



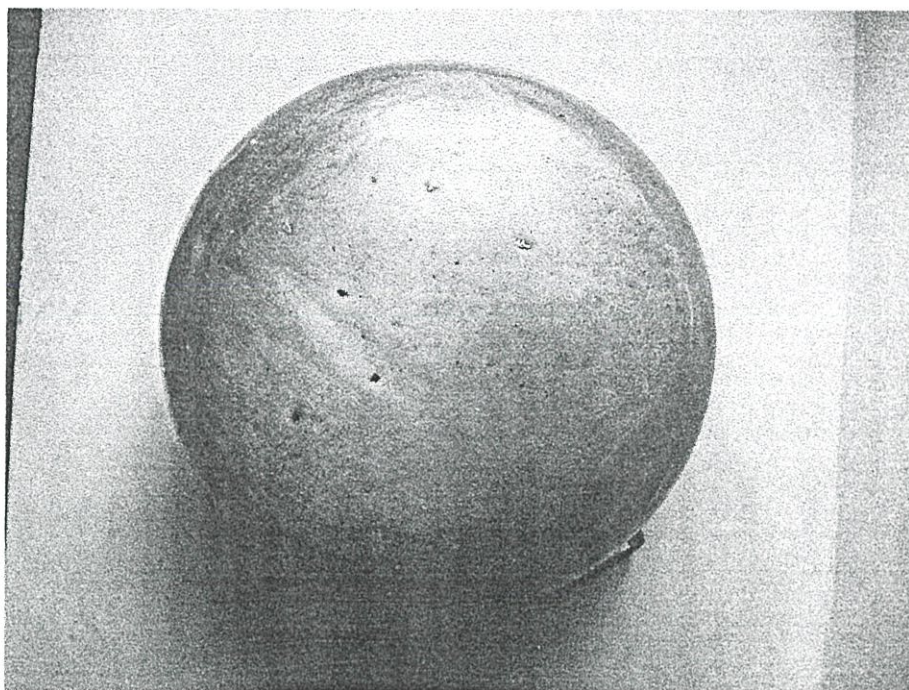
รูปที่ 5.22 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2.5 cm ที่ระยะ $Z=2\text{cm}$



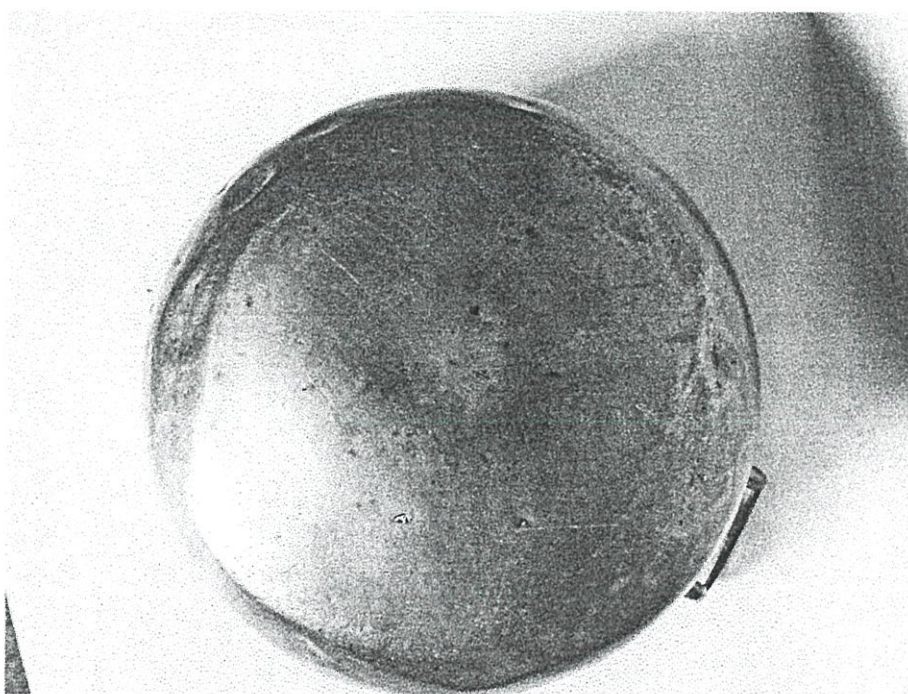
รูปที่ 5.23 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 2.5 cm ที่ระยะ $Z=2.5\text{cm}$

จากรูปที่ 5.19, 5.20, 5.21, 5.22 และ 5.23 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มให้ผลไปในทิศทางเดียวกันคือ อุณหภูมิที่บริเวณระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 0 cm คือที่ตำแหน่งกึ่งกลางของหัวเผา นั้นจะมีอุณหภูมิต่ำ และจะมีอุณหภูมิต่ำๆ สูงขึ้นเมื่อระยะห่างของแนวรัศมีเพิ่มขึ้นจนถึงตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 3 cm คือตำแหน่งปลายสุดของหัวเผา โดยที่ระยะห่างเท่ากับภาชนะที่ระยะ 2.5 cm จะมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ $977\text{ }^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ $709\text{ }^{\circ}\text{C}$ และยังสามารถเห็นได้อีกว่าที่ระยะ $Z=0.5\text{ cm}$ นั้นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าที่ระยะ $Z=1\text{ cm}$, ที่ระยะ $Z=1.5\text{ cm}$, ที่ระยะ $Z=2\text{ cm}$ และที่ระยะ $Z=2.5\text{ cm}$ ตามลำดับ

5.6.4.2 การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 2.5 ซม.



รูปที่ 5.24 แสดงก้นภาชนะก่อนการทดสอบ



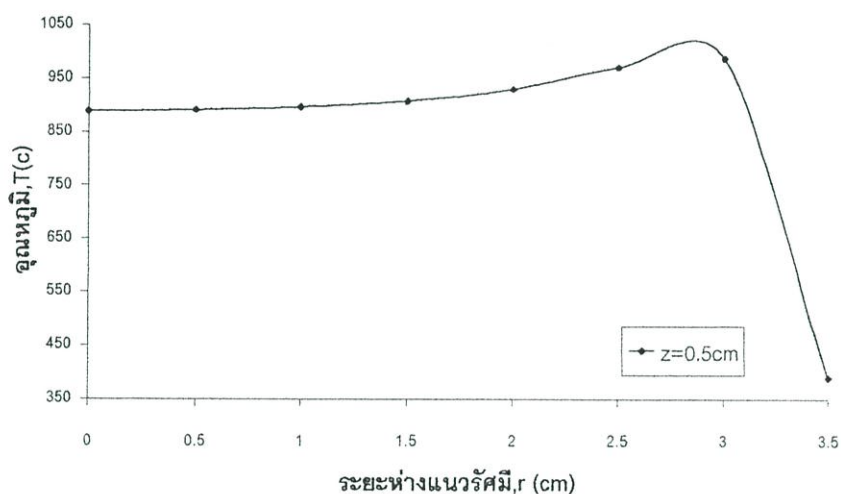
รูปที่ 5.25 แสดงก้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 2.5cm

จากรูปที่ 5.24 และ 5.25 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบกันระหว่างก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบกับก้นภาชนะที่ระยะห่างเตาที่ 2.5 cm จากการสังเกตนั้นจะเห็นได้ว่าการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 2.5 cm นั้นจะมีเขม่าติดบริเวณก้นภาชนะค่อนข้างน้อยกว่าก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 2 cm, ที่ระยะห่างเตา 1.5 cm และ ที่ระยะห่างเตา 1 cm ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบ

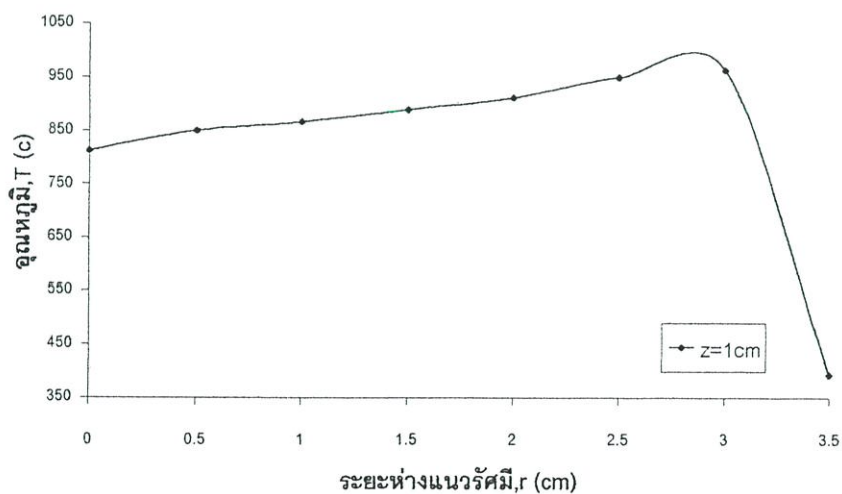
เทียบกับกับกั้นภาชนะก่อนทำการทดสอบและยังสังเกตได้ว่าการเกิดเขม่าควันจะเกิดขึ้นบริเวณตรงส่วนกลางของกั้นภาชนะที่ทำการทดสอบอีกด้วย

5.6.5 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 3 ซม.

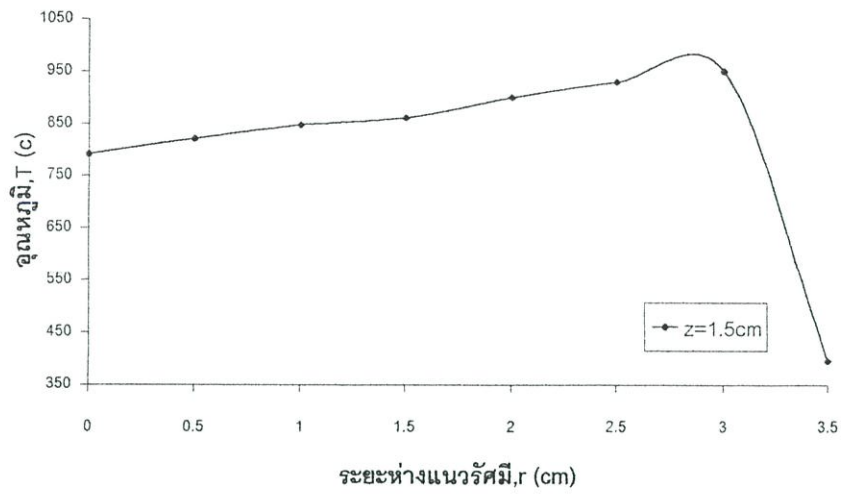
5.6.5.1 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 3 ซม.



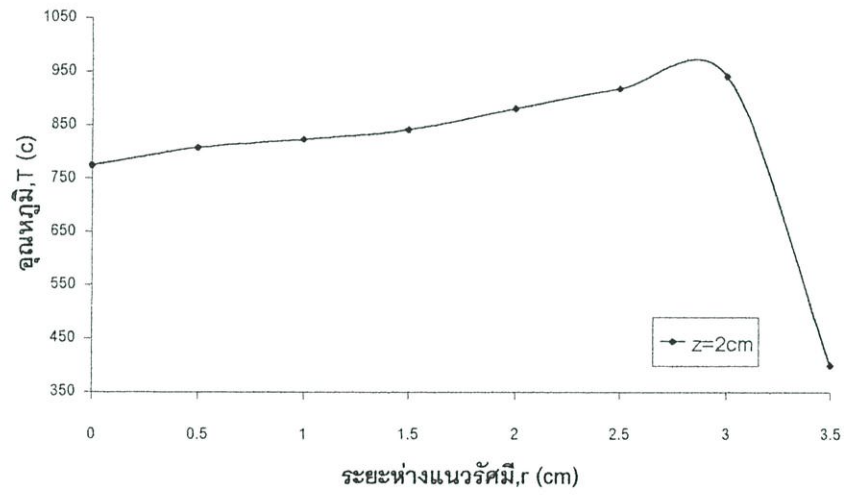
รูปที่ 5.26 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ Z=0.5cm



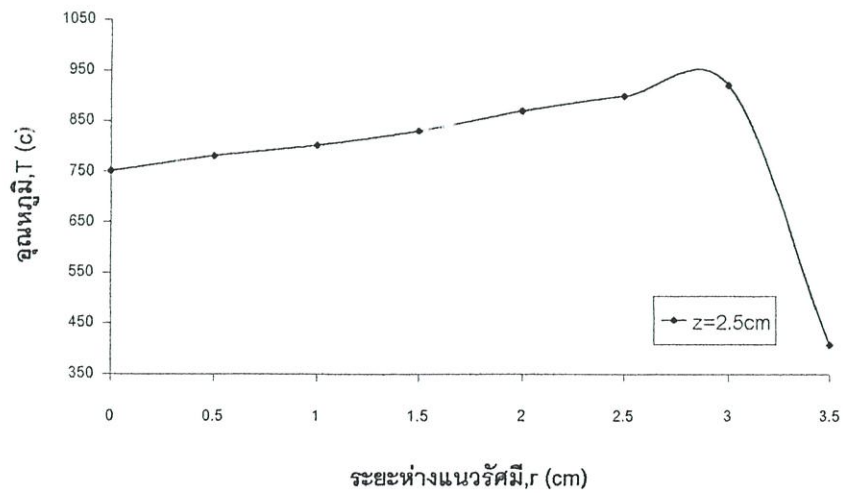
รูปที่ 5.27 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ Z=1cm



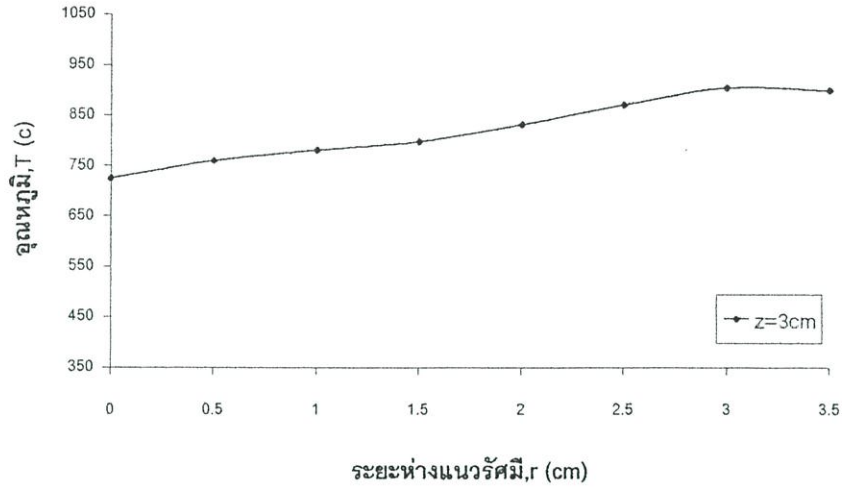
รูปที่ 5.28 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ $Z=1.5$ cm



รูปที่ 5.29 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ $Z=2$ cm



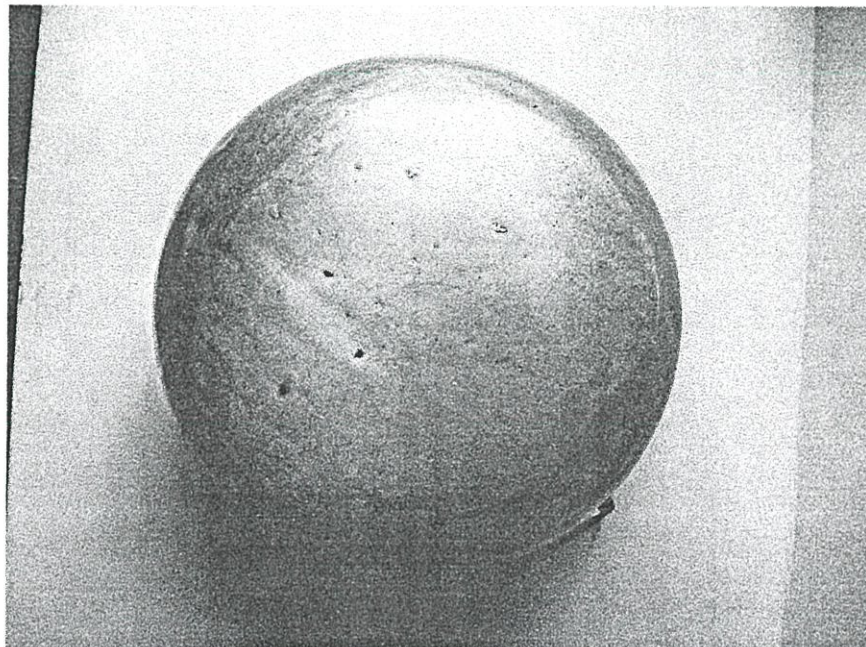
รูปที่ 5.30 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ $Z=2.5$ cm



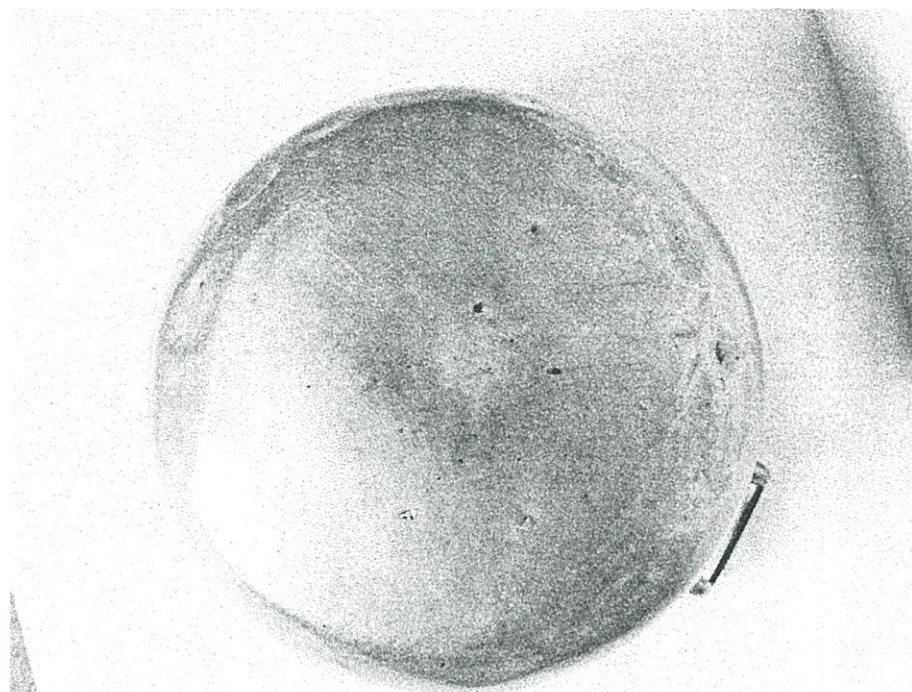
รูปที่ 5.31 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3 cm ที่ระยะ $Z=3\text{cm}$

จากรูปที่ 5.26, 5.27, 5.28, 5.29, 5.30 และ 5.31 จะเห็นว่าแนวโน้มให้ผลไปในทิศทางเดียวกันคือ อุณหภูมิที่บริเวณระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 0 cm คือที่ตำแหน่งกึ่งกลางของหัวเผา นั้นจะมีอุณหภูมิต่ำและจะมีอุณหภูมิต่ำๆสูงขึ้นเมื่อระยะห่างของแนวรัศมีเพิ่มขึ้นจนถึงตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 3 cm คือตำแหน่งปลายสุดของหัวเผา โดยที่ระยะห่างเท่ากับภาชนะที่ระยะ 3 cm จะมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ $988\text{ }^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ $725\text{ }^{\circ}\text{C}$ และยังสามารถเห็นได้อีกว่าที่ระยะ $Z=0.5\text{ cm}$ นั้นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าที่ระยะ $Z=1\text{ cm}$, ที่ระยะ $Z=1.5\text{ cm}$, ที่ระยะ $Z=2\text{ cm}$, ที่ระยะ $Z=2.5\text{ cm}$ และที่ระยะ $Z=3\text{ cm}$ ตามลำดับ

5.6.5.2 การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 3 ซม.



รูปที่ 5.32 แสดงก้นภาชนะก่อนการทดสอบ

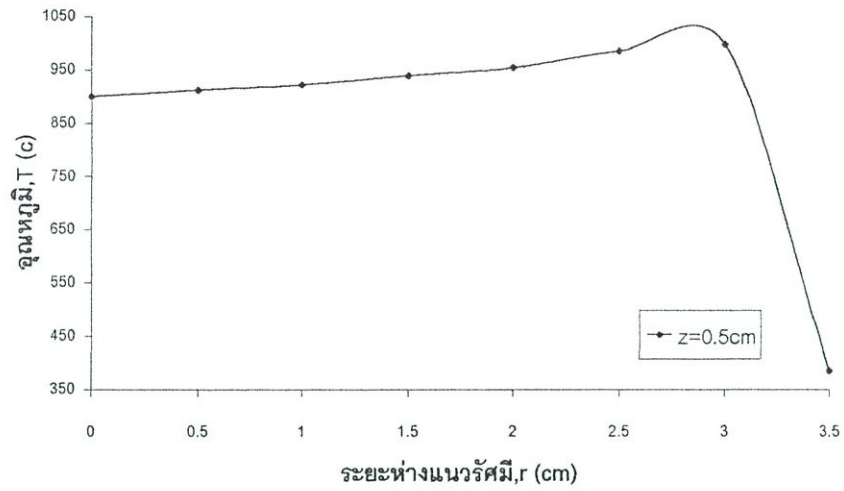


รูปที่ 5.33 แสดงก้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 3cm

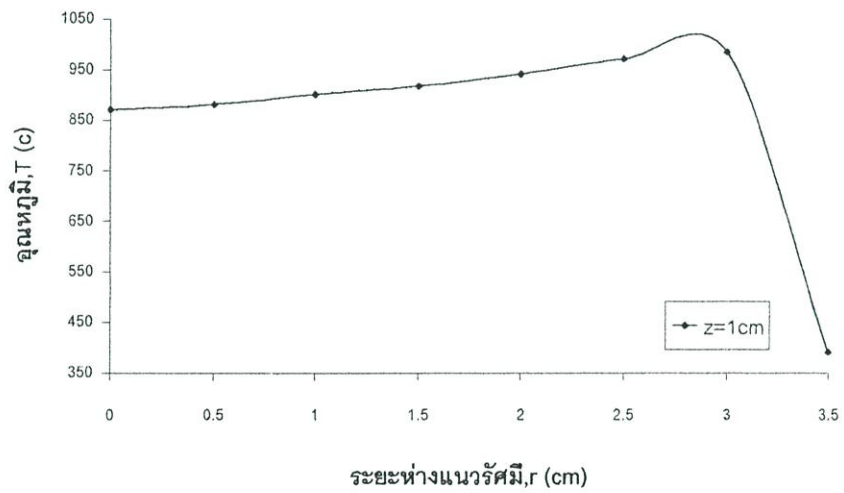
จากรูปที่ 5.32 และ 5.33 จะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบกันระหว่างก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบกับก้นภาชนะที่ระยะห่างเตาที่ 3 cm จากการสังเกตนั้นจะเห็นได้ว่าการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 3 cm นั้นจะมีเขม่าติดบริเวณก้นภาชนะค่อนข้างน้อยกว่าก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 2.5 cm, ที่ระยะห่างเตา 2 cm, ที่ระยะห่างเตา 1.5 cm และ ที่ระยะห่างเตา 1 cm ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกันกับก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบและยังสังเกตได้ว่าการเกิดเขม่านั้นจะเกิดขึ้นบริเวณตรงส่วนกลางของก้นภาชนะที่ทำการทดสอบอีกด้วย

5.6.6 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 3.5 ซม.

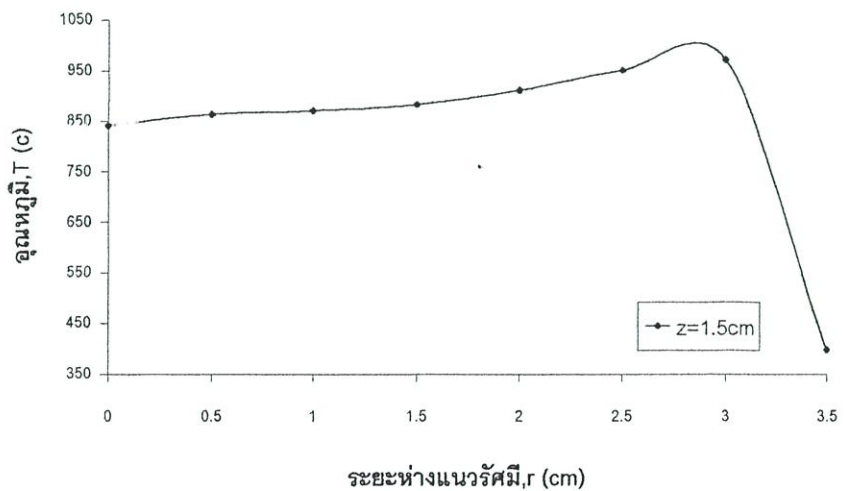
5.6.6.1 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 3.5 ซม.



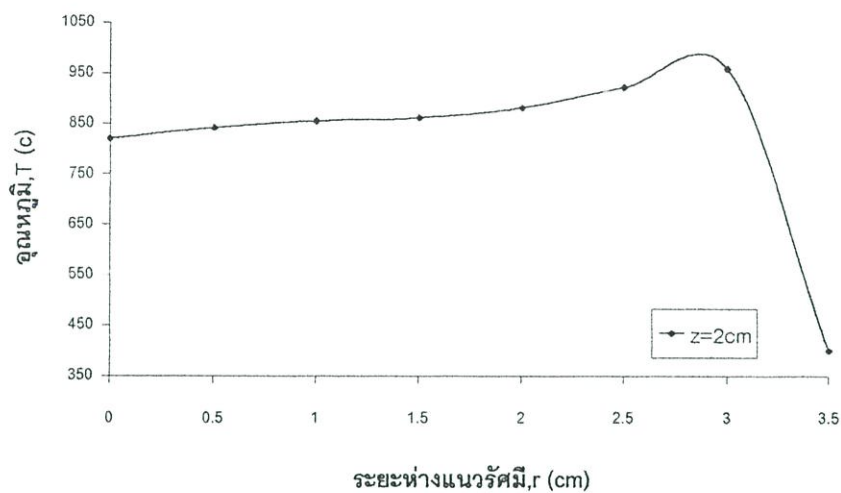
รูปที่ 5.34 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ $Z=0.5\text{ cm}$



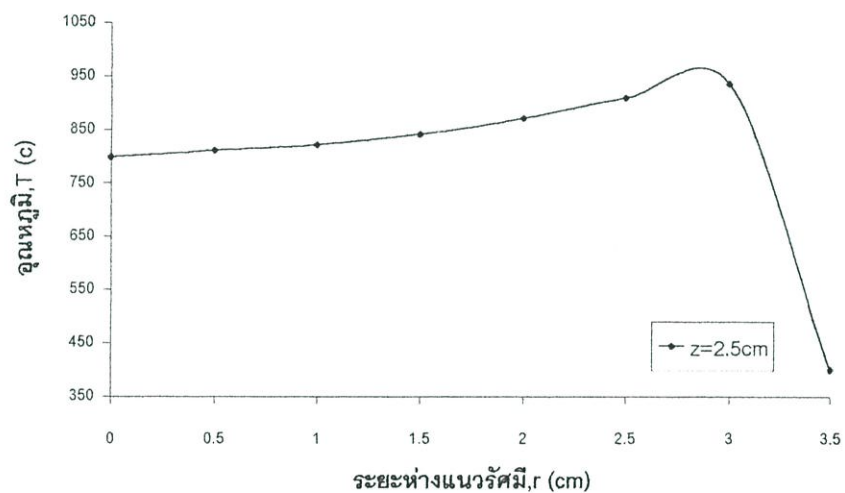
รูปที่ 5.35 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ $Z=1\text{ cm}$



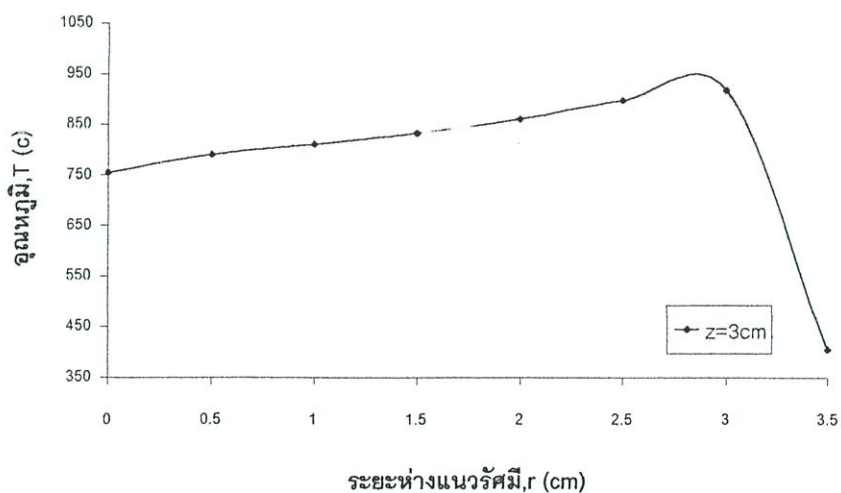
รูปที่ 5.36 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ $Z=1.5\text{ cm}$



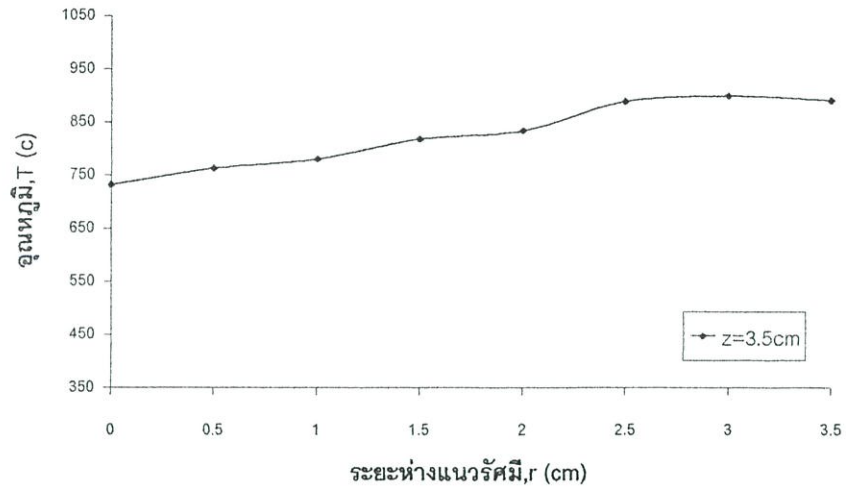
รูปที่ 5.37 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ Z=2cm



รูปที่ 5.38 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ Z=2.5cm



รูปที่ 5.39 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ Z=3cm

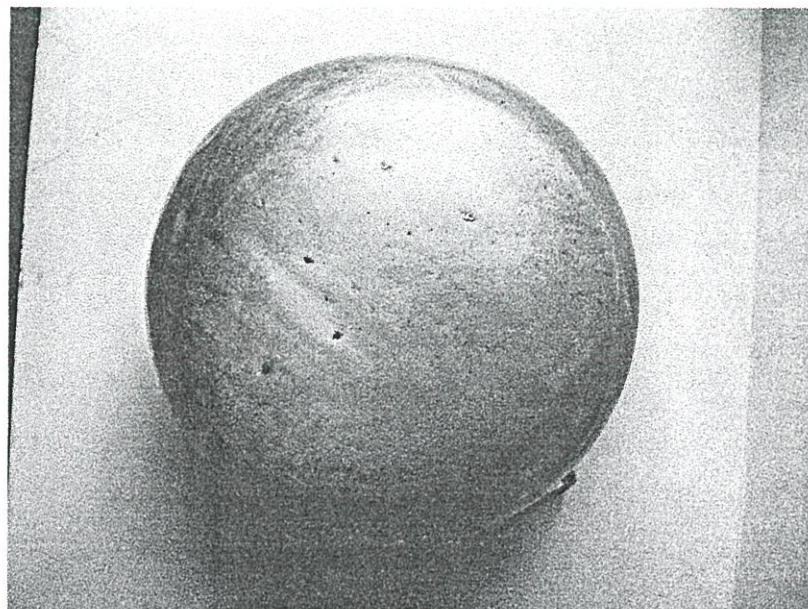


รูปที่ 5.40 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 3.5 cm ที่ระยะ $Z=3.5$ cm

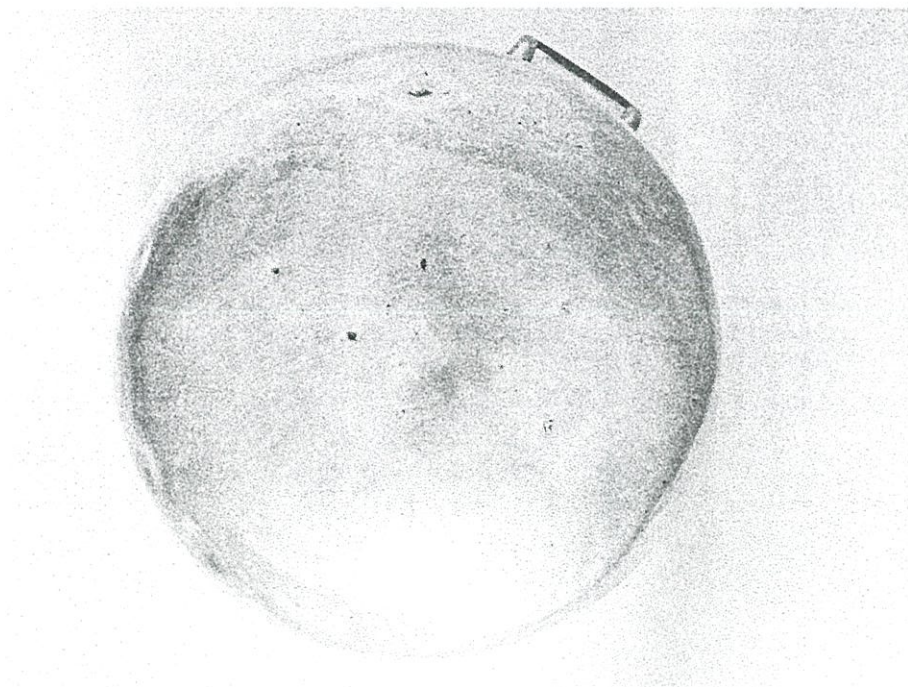
จากรูปที่ 5.34, 5.35, 5.36, 5.37, 5.38, 5.39 และ 5.40 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มให้ผลไปในทิศทางเดียวกันคือ อุณหภูมิที่บริเวณระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 0 cm คือที่ตำแหน่งกึ่งกลางของหัวเผา นั้นจะมีอุณหภูมิต่ำและจะมีอุณหภูมิต่ำๆสูงขึ้นเมื่อระยะห่างของแนวรัศมีเพิ่มขึ้นจนถึงตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 3 cm คือตำแหน่งปลายสุดของหัวเผา โดยที่ระยะห่างเตากับภาชนะที่ระยะ 3.5 cm จะมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 998°C และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 732°C และยังสามารถเห็นได้ก็ว่าที่ระยะ $Z=0.5$ cm นั้นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าที่ระยะ $Z=1$ cm, ที่ระยะ $Z=1.5$ cm, ที่ระยะ $Z=2$ cm, ที่ระยะ $Z=2.5$ cm, ที่ระยะ $Z=3$ cm และที่ระยะ $Z=3.5$ cm ตามลำดับ

5.6.6.2 การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพีชที่ระยะ

3.5 ซม



รูปที่ 5.41 แสดงก้นภาชนะก่อนการทดสอบ

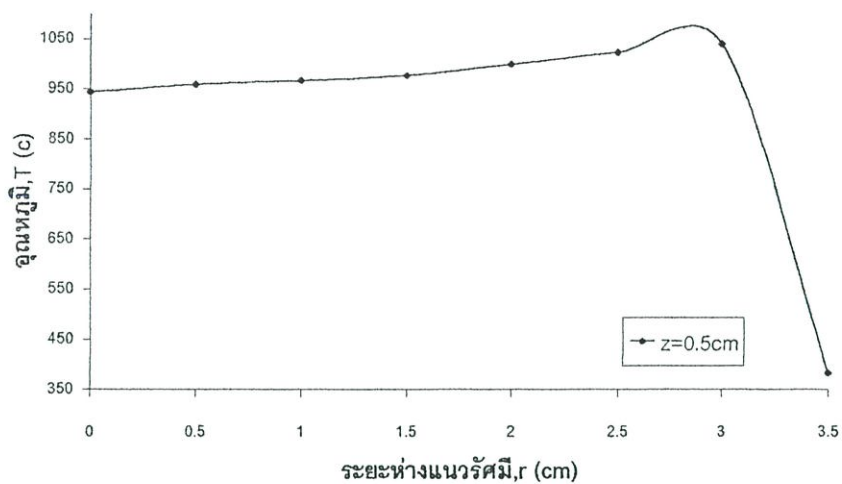


รูปที่ 5.42 แสดงก้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 3.5cm

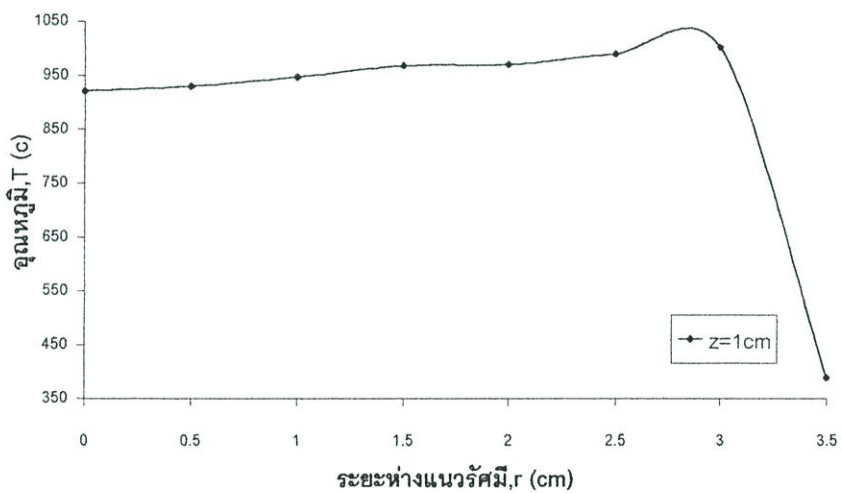
จากรูปที่ 5.41 และ 5.42 จะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบกันระหว่างก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบกับก้นภาชนะที่ระยะห่างเตาที่ 3.5 cm จากการสังเกตนั้นจะเห็นได้ว่าการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 3.5 cm นั้นจะมีเขม่าติดบริเวณก้นภาชนะค่อนข้างน้อยกว่าก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 3 cm, ที่ระยะห่างเตา 2.5 cm, ที่ระยะห่างเตา 2 cm, ที่ระยะห่างเตา 1.5 cm และ ที่ระยะห่างเตา 1 cm ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกันกับก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบและยังสังเกตได้ว่าการเกิดเขม่านั้นจะเกิดขึ้นบริเวณตรงส่วนกลางของก้นภาชนะที่ทำการทดสอบอีกด้วย

5.6.7 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 4 ซม.

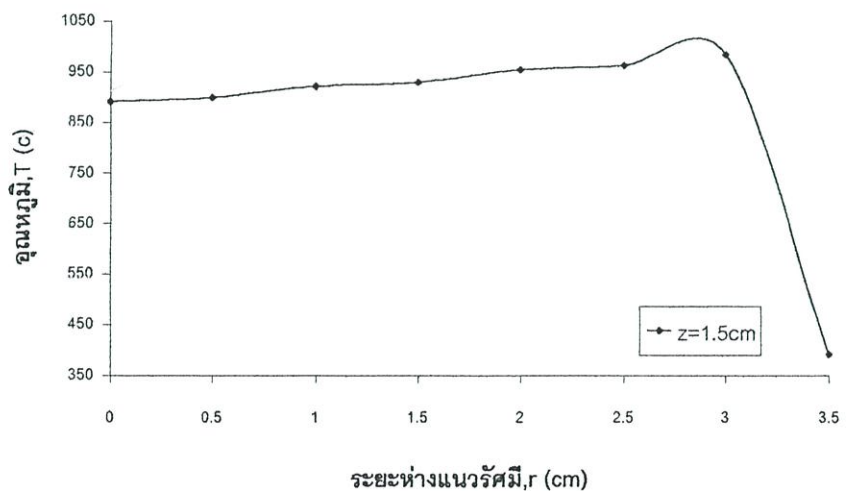
5.6.7.1 การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 4 ซม.



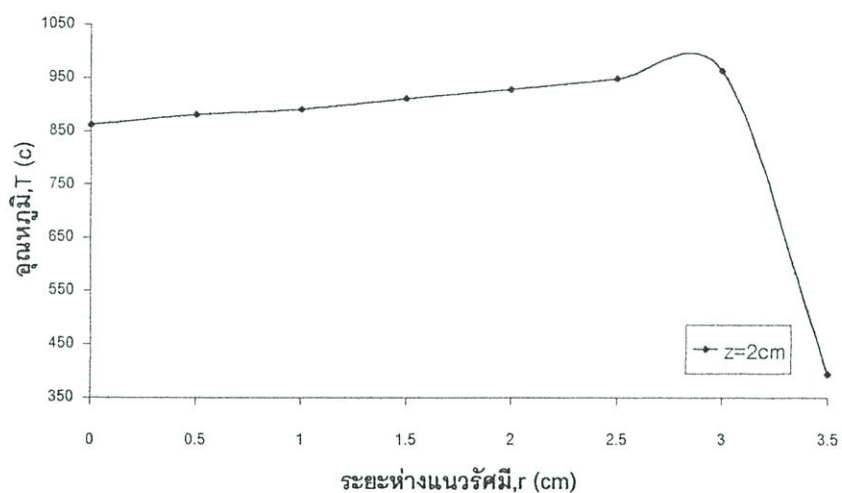
รูปที่ 5.43 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ $Z=0.5\text{cm}$



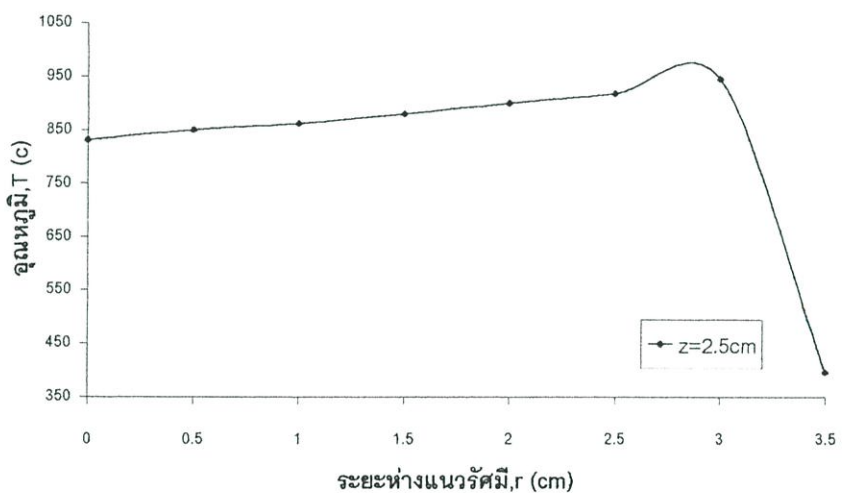
รูปที่ 5.44 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ $Z=1\text{cm}$



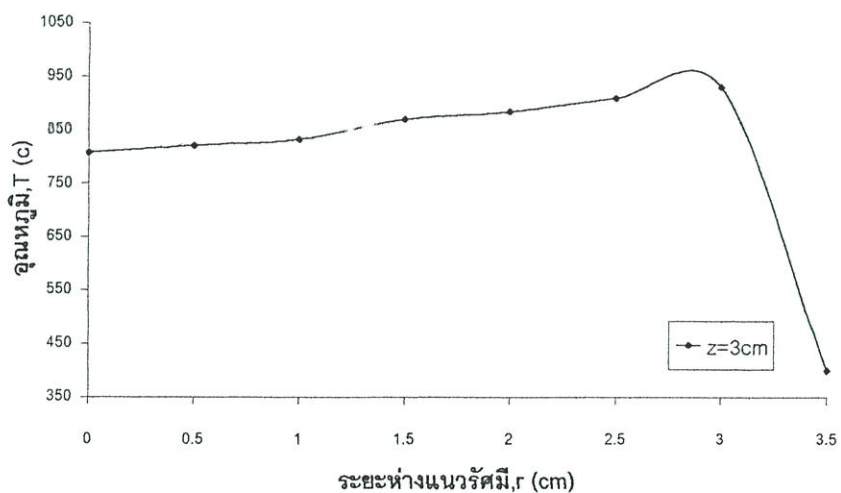
รูปที่ 5.45 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ $Z=1.5\text{cm}$



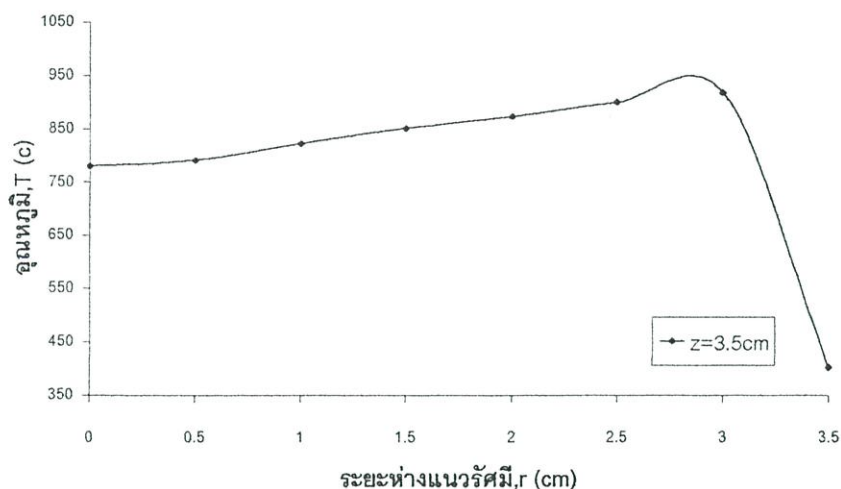
รูปที่ 5.46 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=2cm



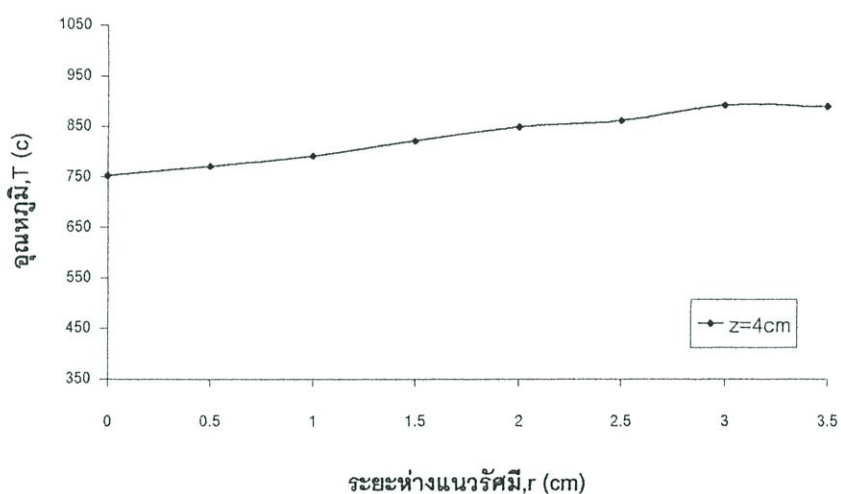
รูปที่ 5.47 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=2.5cm



รูปที่ 5.48 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=3cm



รูปที่ 5.49 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=3.5cm

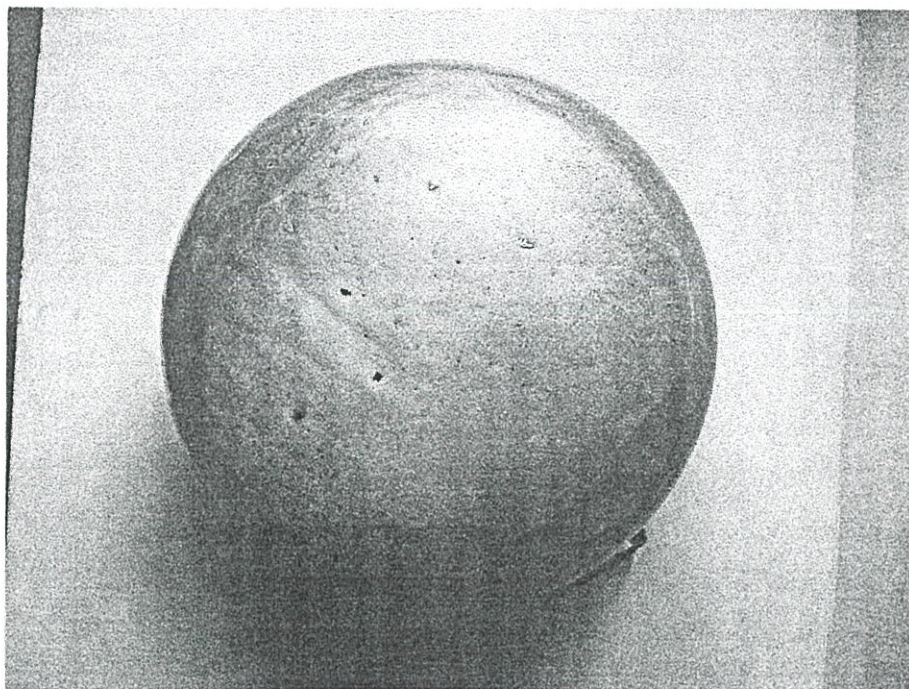


รูปที่ 5.50 การกระจายอุณหภูมิที่ภาชนะห่างเตา 4 cm ที่ระยะ Z=4cm

จากรูปที่ 5.43, 5.44, 5.45, 5.46, 5.47, 5.48, 5.49 และ 5.50 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มให้ผลไปในทิศทางเดียวกันคือ อุณหภูมิที่บริเวณระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 0 cm คือที่ตำแหน่งกึ่งกลางของหัวเผา นั้นจะมีอุณหภูมิต่ำและจะมีอุณหภูมิค่อยๆ สูงขึ้นเมื่อระยะห่างของแนวรัศมีเพิ่มขึ้นจนถึงตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 3 cm คือตำแหน่งปลายสุดของหัวเผา โดยที่ระยะห่างเตากับภาชนะที่ระยะ 4 cm จะมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 1040 °C และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 752 °C และยังสามารถเห็นได้อีกว่าที่ระยะ Z=0.5 cm นั้นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าที่ระยะ Z=1 cm, ที่ระยะ Z=1.5 cm, ที่ระยะ Z=2 cm, ที่ระยะ Z=2.5 cm, ที่ระยะ Z=3 cm, ที่ระยะ Z=3.5 cm และที่ระยะ Z=4 cm ตามลำดับ

5.6.7.2 การเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะ 4

ชม



รูปที่ 5.51 แสดงก้นภาชนะก่อนการทดสอบ

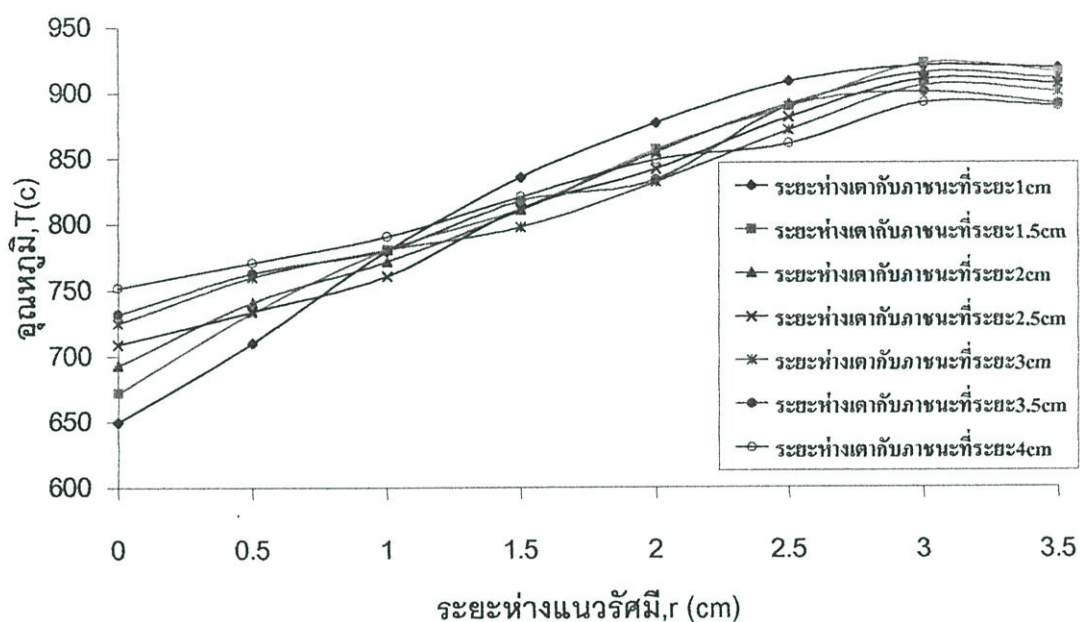


รูปที่ 5.52 แสดงก้นภาชนะที่ภาชนะห่างเตา 4cm

จากรูปที่ 5.51 และ 5.52 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบกันระหว่างก้นภาชนะก่อนทำการทดสอบกับก้นภาชนะที่ระยะห่างเตาที่ 4 cm จากการสังเกตนั้นจะเห็นได้ว่าการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 4 cm นั้นจะมีเขม่าติดบริเวณก้นภาชนะค่อนข้างน้อยกว่าก้นภาชนะที่ระยะห่างเตา 3.5 cm, ที่ระยะห่างเตา 3 cm, ที่ระยะห่างเตา 2.5 cm, ที่ระยะห่างเตา 2 cm, ที่ระยะห่างเตา 1.5 cm และ ที่ระยะห่างเตา 1 cm ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกันกับก้นภาชนะก่อนทำการ

ทดสอบและยังสังเกตได้ว่าการเกิดเขม่านั้นจะเกิดขึ้นบริเวณตรงส่วนกลางของก้นภาชนะที่ทำการทดสอบอีกด้วย

5.7 ผลการเปรียบเทียบการกระจายอุณหภูมิที่ก้นภาชนะที่ระยะห่างเตาต่างๆ



รูปที่ 5.53 แสดงการเปรียบเทียบการกระจายอุณหภูมิที่ก้นภาชนะที่ระยะห่างต่างๆ

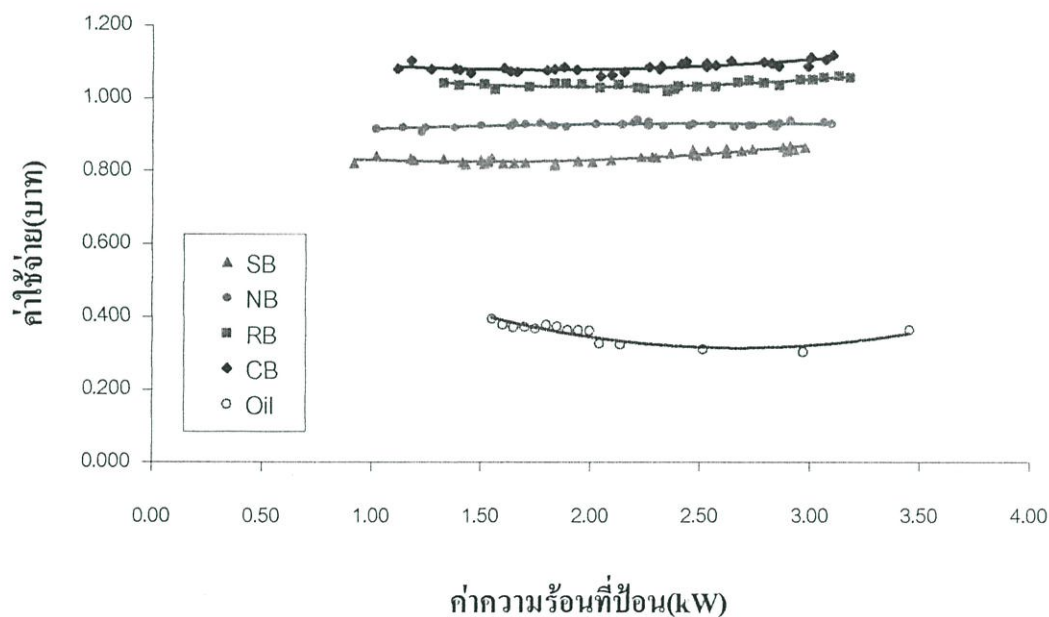
จากรูปที่ 5.53 จะเห็นได้ว่าเมื่อปรับระยะห่างของเตากับภาชนะเพิ่มขึ้นอุณหภูมิที่ ณ ตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r(cm) ที่ 0 cm คือ บริเวณตำแหน่งกึ่งกลางของหัวเผา นั้นจะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นตามและจากรูปที่ 5.53 นั้นยังเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่ ณ ตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r(cm) ที่ 0 cm คือ บริเวณตำแหน่งกึ่งกลางของหัวเผา นั้นมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าอุณหภูมิที่ ณ ตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r(cm) ที่ 3 cm คือ ตำแหน่งบริเวณทางปลายสุดของหัวเผา

5.8 การวิเคราะห์การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาและการเกิดเขม่าควันของหัวเผาน้ำมันพืช

เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะของหัวเผาน้ำมันพืชที่ทำการทดสอบนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการปรับเปลี่ยนระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชนั้นไปที่ระยะห่างต่างๆจะมีผลต่อการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ทำการทดสอบซึ่งจากการทดสอบจะเห็นได้ว่าที่ระยะห่างฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชที่ระยะห่าง 1cm นั้น จะมีการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ทำการทดสอบนั้นมากที่สุด รองลงมาคือ ที่ระยะห่างเตา 1.5 cm, 2 cm, 2.5cm, 3cm, 3.5cm และ 4 cm

ตามลำดับและการสังเกตจะเห็นได้ว่าบริเวณที่เกิดเขม่ากับก้นภาชนะที่ทำการทดสอบนั้นจะอยู่บริเวณตรงตำแหน่งกึ่งกลางของก้นภาชนะ ซึ่งจากการวิเคราะห์การกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผา น้ำมันพีชนั้นมีผลต่อการเกิดเขม่ากับภาชนะที่ทำการทดสอบด้วยเช่นกัน จากผลการทดสอบจะเห็นได้เมื่อทำการปรับเปลี่ยนระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพีชไปที่ระยะห่างๆต่างกันั้นจะส่งผลกระทบต่อกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาด้วย ซึ่งจากการทดสอบจะเห็นได้ว่า เมื่อทำการปรับเปลี่ยนระยะห่างของเตาให้เพิ่มขึ้นการกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาน้ำมันพีช ณ ตำแหน่งระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ 0 cm นั้น จะมีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามจากอุณหภูมิที่ 650°C ที่ระยะห่างเตา 1 cm เป็นอุณหภูมิที่ 672°C ที่ระยะห่างเตา 1.5 cm, ที่ 693°C ที่ระยะห่างเตา 2cm , ที่ 709°C ที่ระยะห่างเตา 2.5 cm, ที่ 725°C ที่ระยะห่างเตา 3 cm, ที่ 732°C ที่ระยะห่างเตา 3.5 cm, ที่ 752°C ที่ระยะห่างเตา 4cm ตามลำดับ ซึ่งผลของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นที่ระยะห่างแนวรัศมี, r (cm) ที่ระยะ 0cm ตามที่ได้กล่าวมาจะส่งผลกระทบต่อเกิดเขม่าบริเวณที่ก้นภาชนะที่ทำการทดสอบนั้นน้อยลงด้วย

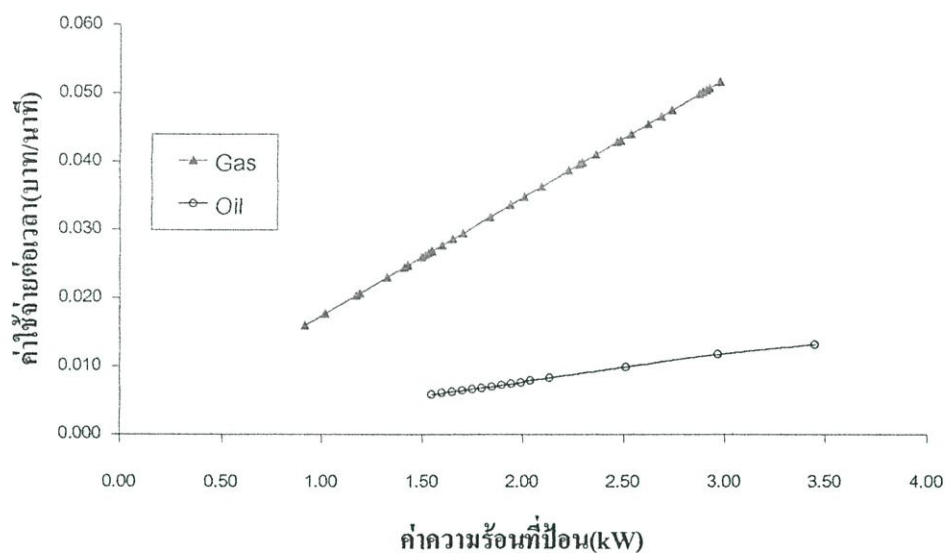
5.9 ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับค่าความร้อนที่ป้อน



รูปที่ 5.54 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับค่าความร้อนที่ป้อน

จากผลการทดสอบในรูปที่ 5.54 จะเห็นได้ว่าเตาหุงต้มทั้ง 5 แบบจะเห็นได้ว่า ค่าใช้จ่าย(บาท) ของเตา CB นั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่ายมากที่สุดตลอดทุกช่วงของค่าความร้อนที่ป้อน โดยจะมีการเสียค่าใช้จ่าย(บาท)เฉลี่ยอยู่ที่ 1.087 บาท รองลงมาคือเตา RB จะมีการเสียค่าใช้จ่าย(บาท)เฉลี่ยอยู่ที่ 1.038 บาท เตาน B จะมีการเสียค่าใช้จ่าย(บาท)เฉลี่ยอยู่ที่ 0.927 บาท เตาส B จะมีการเสียค่าใช้จ่าย(บาท)เฉลี่ยอยู่ที่ 0.838 บาท และเตา Oil จะมีการเสียค่าใช้จ่าย(บาท)เฉลี่ยอยู่ที่ 0.365 บาท

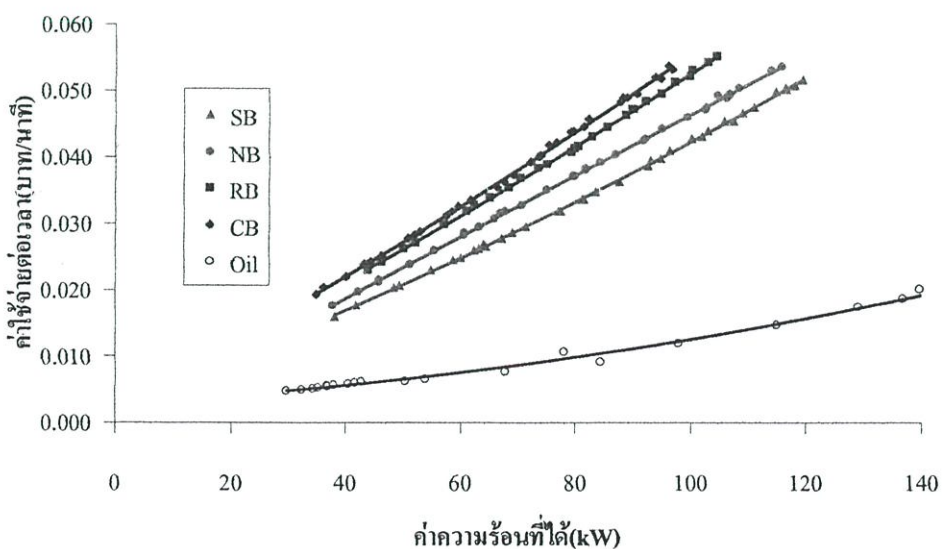
5.10 ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ป้อน



รูปที่ 5.55 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ป้อน

เนื่องจากค่าความร้อนของแก๊ส LPG นั้นมีค่าไม่เท่ากับกับค่าความร้อนของน้ำมันพืชจึงทำการเปรียบเทียบในรูปแบบของค่าใช้จ่ายต่อเวลาโดยเปรียบเทียบกับค่าความร้อนที่ป้อน ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายต่อเวลา(บาท/นาทีก)ของเตาแก๊สLPGนั้นมีค่าแตกต่างกันกับเตาน้ำมันพืช โดยเตาน้ำมันพืชนั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่ายต่อเวลา(บาท/นาทีก)ที่ต่ำกว่าเตาแก๊สLPGตลอดทุกๆช่วงของการป้อนค่าความร้อน ถึงแม้ว่าค่าความร้อนของน้ำมันพืชจะต่ำกว่าของแก๊สLPGก็ตาม

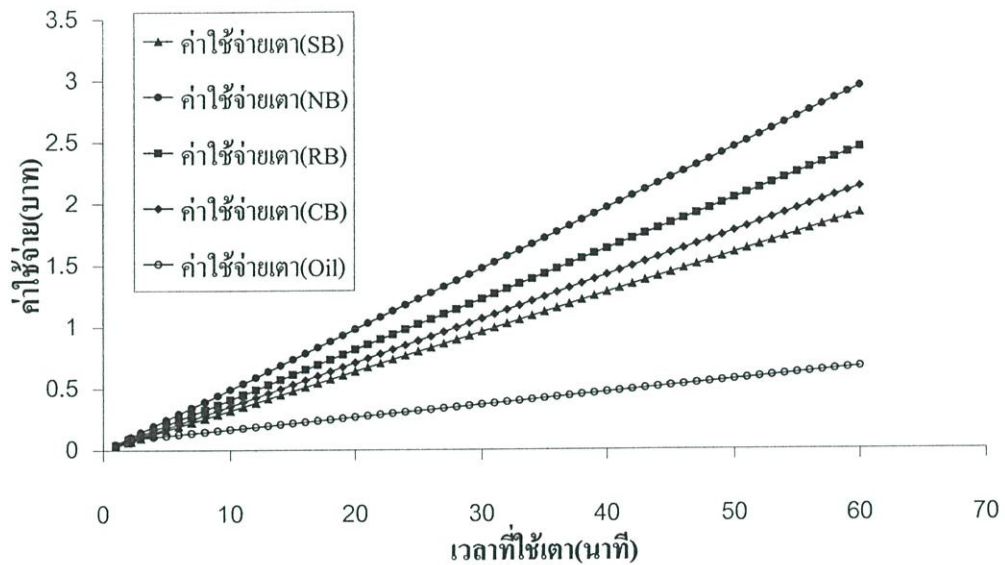
5.11 ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ได้



รูปที่ 5.56 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ได้

จากรูปที่ 5.56 จะเห็นได้ว่าค่าความร้อนที่ได้(kW)ที่ในช่วงเดียวกันนั้นจะพบว่าเตาCBนั้นจะมีค่าใช้จ่ายต่อเวลา(บาท/นาท)ี่นั้นมากที่สุดเนื่องจากความชันของเส้นกราฟนั้นมีความชันที่มากที่สุดรองลงมาคือ เตารB,เตาNB,เตาSBและเตาOil

5.12 ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตา



รูปที่ 5.57 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตา

จากรูปที่ 5.56 จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้เตา(นาท)ที่เวลาที่ใช้เตาที่เท่ากันจะเห็นได้ว่าเตาNBนั้นจะมีค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดเนื่องจากความชันของเส้นกราฟมากที่สุดและรองลงมาคือ เตารB,เตาCB,เตาSBและเตาOil แต่เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้เตา(นาท)นั้นไม่เท่ากันจึงทำให้เกิดความแตกต่างของค่าใช้จ่ายเตาของเตาทั้ง5แบบซึ่งจากผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตาของเตาหุงต้มทั้ง5แบบจะเห็นได้ว่าที่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดของเตาทุกตัว เตาOilนั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่าย(บาท)ต่อเวลาที่ใช้เตา(นาท)น้อยที่สุดโดยจะมีช่วงแรกคือ ช่วงของการอุ่นหัวเผาตั้งแต่ 0-2.22นาทจะมีการเสียค่าใช้จ่ายเท่ากับ0.067บาทและช่วงที่สองคือช่วงของการใช้น้ำมันซึ่งจะใช้เวลา23.6นาท ฉะนั้นเวลาที่ใช้เตาทั้งหมดของเตาOilมีค่าเท่ากับ25.82นาทซึ่งช่วงที่สองนี้จะมีการเสียค่าใช้จ่ายเท่ากับ0.236บาทฉะนั้นเตาOilจะมีการเสียค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดเท่ากับ0.303บาทและเตาSBนั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่าย(บาท)ต่อเวลาที่ใช้เตา(นาท)อยู่ที่0.822บาทเวลาที่ใช้เตา25.8นาทและเตาCBนั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่าย(บาท)ต่อเวลาที่ใช้เตา(นาท)อยู่ที่1.060บาทเวลาที่ใช้เตา29.89นาทและเตารBนั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่าย(บาท)ต่อเวลาที่ใช้เตา(นาท)อยู่ที่1.019บาทเวลาที่ใช้เตา25.02นาทและเตาNBนั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่าย(บาท)ต่อเวลาที่ใช้เตา(นาท)อยู่ที่0.925บาทเวลาที่ใช้เตา19.6นาท

บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

จากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาทั้ง 5 แบบนั้น พบว่าเตา SB จะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุด รองลงมาคือ เตา NB, เตา RB, เตา CB, และเตา Oil ดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแบบต่างๆ

ประเภทเตา	ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (max) (%)	ผลต่างของประสิทธิภาพเชิงความร้อนเทียบกับเตา Oil (%)
SB	70.3	27.03
NB	62.8	19.5
RB	56.37	13.07
CB	54.18	10.88
Oil	43.3	-

จากตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าเตาน้ำมันพืช(Oil)นั้นจะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนต่ำกว่าเตาประเภทอื่นๆอยู่ประมาณ 10.88% ถึง 27.03% ตลอดทุกๆช่วงของการป้อนค่าความร้อน

ในส่วนของการกระจายอุณหภูมิและการเกิดเขม่าควันของหัวเผา น้ำมันพืชนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการปรับเปลี่ยนระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชไปที่ระยะห่างต่างๆนั้นมีผลต่อการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ทำการทดสอบ ซึ่งจากผลการทดสอบนั้นจะเห็นได้ว่า ที่ระยะห่างเตา 1 cm นั้นจะมีการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ทำการทดสอบนั้นมากที่สุดรองลงมาคือ ที่ระยะห่างเตา 1.5 cm , 2 cm , 2.5 cm, 3 cm, 3.5 cm, และ 4 cm ตามลำดับและจากการสังเกตนั้นจะเห็นได้ว่าเขม่าที่เกิดขึ้นจะอยู่บริเวณตำแหน่งกึ่งกลางของก้นภาชนะ ซึ่งจากการกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาน้ำมันพืชจะเห็นได้ได้อีกว่า การปรับเปลี่ยนระยะห่างของฐานเตากับหัวเผาน้ำมันพืชนั้นส่งผลต่ออุณหภูมิภายในที่เกิดขึ้นในหัวเผา ซึ่งจากการทดสอบการกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาน้ำมันพืชพบว่าเมื่อปรับเปลี่ยนระยะห่างของเตาให้เพิ่มมากขึ้นการกระจายอุณหภูมิภายในหัวเผาน้ำมันพืช ณ ระยะห่างแนวรัศมี , r (cm) ที่ 0 cm คือ ณ ตำแหน่งกึ่งกลางของหัวเผาจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามจากอุณหภูมิที่ 650°C ที่ระยะห่างเตา 1 cm เป็นที่อุณหภูมิ 672°C ที่ระยะห่างเตา 1.5 cm, ที่อุณหภูมิ 693°C

ที่ระยะห่างเตา 2 cm, ที่อุณหภูมิ 709⁰C ที่ระยะห่างเตา 2.5 cm, ที่อุณหภูมิ 725⁰C ที่ระยะห่างเตา 3 cm, ที่อุณหภูมิ 732⁰C ที่ระยะห่างเตา 3.5 cm, ที่อุณหภูมิ 752⁰C ที่ระยะห่างเตา 4 cm ตามลำดับ ซึ่งผลของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นเมื่อมีการปรับเปลี่ยนระยะห่างเตานั้นส่งผลต่อการเกิดเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่ทำการทดสอบนั้นให้มีเขม่าที่มากหรือเขม่าที่น้อยได้อีกด้วย

เมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายของเตาหุงต้มทั้ง 5 แบบ จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายเฉลี่ย (บาท) ของเตา CB นั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่ายเฉลี่ยมากที่สุดตลอดทุกช่วงของค่าความร้อนที่ป้อน รองลงมาคือ เตารบ, เตานบ,เตา sb, และ เตา Oil ดังในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเตาประเภทต่างๆ

ประเภทเตา	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย (บาท)	ผลต่างค่าใช้จ่ายเฉลี่ยเทียบกับเตา Oil (บาท)
CB	1.087	0.722
RB	1.038	0.673
NB	0.927	0.562
SB	0.838	0.473
Oil	0.365	-

จากตารางที่ 6.2 จะเห็นได้ว่าเตาน้ำมันพืช(Oil)นั้นจะมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเตาประเภทอื่นๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้เตาน้ำมันพืช(Oil)นั้นจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 0.722 บาท ถึง 0.473 บาท ตลอดทุกช่วงของการป้อนค่าความร้อน และเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ป้อนก็จะเห็นได้ว่า ค่าใช้จ่ายต่อเวลา(บาท/นาท)ของเตาน้ำมันพืช(Oil) นั้นต่ำกว่าเตาแก๊สLPGตลอดทุกช่วงของการป้อนค่าความร้อน ถึงแม้ว่าค่าความร้อนของน้ำมันพืชจะต่ำกว่าของแก๊สLPGก็ตามและจากผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ได้จะเห็นได้ว่าค่าความร้อนที่ได้(kW)ในช่วงเดียวกันนั้นจะพบว่าเตาCBนั้นจะมีค่าใช้จ่ายต่อเวลา(บาท/นาท)ที่มากที่สุดรองลงมาคือเตารบ,เตานบ,เตาsbและเตาOilและจากผลการทดสอบเวลาที่ใช้เตา(นาท)ต่อค่าใช้จ่าย(บาท)ที่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดของเตาทุกตัวจะเห็นได้ว่าเตา NB นั้นมีค่าใช้จ่ายที่มากที่สุด รองลงมาคือ เตารบ, เตา CB,เตา SB และเตา Oil แต่เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้เตา(นาท)นั้นไม่เท่ากันจึงทำให้เกิดความแตกต่างของค่าใช้จ่ายของเตาทั้ง 5 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตาที่ประสิทธิภาพสูงสุดของเตาทุกตัว

ประเภทเตา	ระยะเวลาที่ใช้เตา (นาที)		ค่าใช้จ่าย (บาท)
NB	19.6		0.925
RB	25.02		1.019
CB	29.89		1.060
SB	25.8		0.822
Oil	ช่วงการอุ่นหัวเผา	0-2.22	0.067
	ช่วงการใช้น้ำมันพืช	23.6	0.236
	รวม	25.82	0.303

จากตารางที่ 6.3 จะเห็นได้ว่าเตาน้ำมันพืชนั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตาที่ประสิทธิภาพสูงสุดที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเตาประเภทอื่นๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้เตาน้ำมันพืชที่ประสิทธิภาพสูงสุดนั้นจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 0.757บาทถึง 0.519บาท ซึ่งประเด็นที่กล่าวมาตามข้างต้นนั้นเป็นประเด็นที่น่าสนใจการนำน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในอนาคตได้อีกด้วย

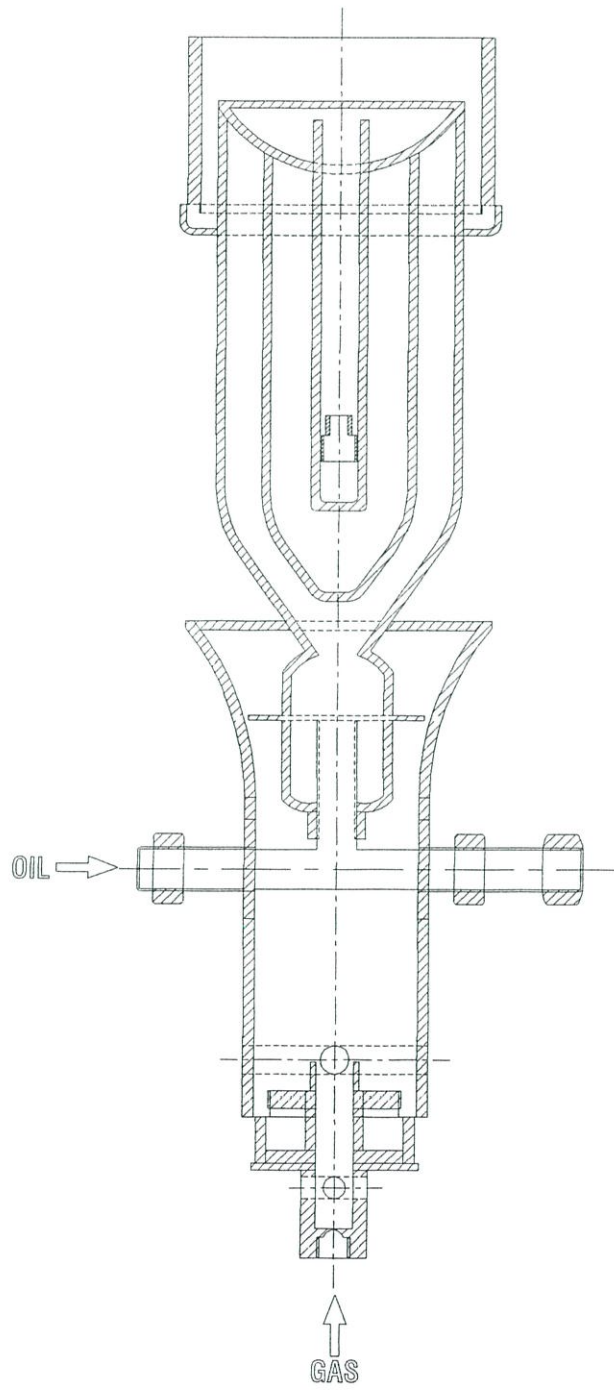
6.2 ข้อเสนอแนะ

แนวทางในการปรับปรุงนั้นควรจะปรับปรุงการใช้ระยะเวลาในการอุ่นหัวเผาให้น้อยลงเพื่อลดการเสียค่าใช้จ่ายให้น้อยลงและปรับปรุงการผสมกันระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศของเตาน้ำมันพืชนั้นให้เป็นแบบลักษณะการผสมกันแบบ Premixed Flame จะสามารถทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาน้ำมันพืชสูงขึ้นได้ ลักษณะการเกิดเขม่าที่ก้นภาชนะนั้นถ้าปรับปรุงลักษณะของหัวเตาน้ำมันพืชให้มีการหมุนวน (Swirl) ภายใต้ภาชนะจะทำให้การเกิดเขม่าที่ก้นภาชนะนั้นน้อยลงได้ ลักษณะของหัว Nozzle นั้น ถ้ามีการใช้งานเป็นประจำนั้นการอุดตันบริเวณหัว Nozzle นั้นจะน้อย แต่ถ้าไม่มีการใช้งานเป็นประจำจะทำให้เกิดการอุดตันของหัว Nozzle ได้ แนวทางในการปรับปรุงหัว Nozzle คืออาจจะทำในลักษณะให้มีเข็มฝังอยู่ตรงบริเวณตรงกลางของหัว Nozzle เพื่อลดการอุดตันของหัว Nozzle เมื่อไม่มีการใช้งานหัวเตาน้ำมันพืชเป็นประจำ ในส่วนของถังเก็บน้ำมันพืชนั้นอาจจะใช้ปั๊ม เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งข้อมูลที่ได้อีกกล่าวมาตามข้างต้นนั้นเป็นข้อมูลเพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] A.M.Brown, B.Sc., "Pressure-Jet Oil Burner Use", Journal of the Institute of Fuel, September.1959
- [2] J.P.Smart, G.J.Nathan, D.S.Nobe and D.J.Morgan, "On the Development of a Coal Fired Processing Jet Burner", IFRF Combustion Journal, October 1999.
- [3] Steinbiss, E., "Multi-Jet Burner for the Special Requirements of Pulverized Coal Firing", ZKG5/1982.
- [4] Stephen R. Turns, "An Introduction to Combustion Concepts and Applications", Mc Graw-Hill, 1996.
- [5] Yunus A. Cengel Michael A. Boles, "Thermodynamics", Mc Graw-Hill, 1989
- [6] บริษัท เอ็มแอนคี้ จำกัด,คู่มือวิศวกรเครื่องกล(ฉบับปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม), 2535
- [7] Rafal J. Sornek, Ritsu Dobashi, and Toshisuke Hirano, "Effect of Turbulence on Vaporization, Mixing, and Combustion of Liquid-fuel Sprays." Combustion and Flame,120:479-491 (2000).
- [8] Pritchard, R., Guy, J.J. and Cornor, N.E., Handbook of Industrial Gas Utilization Engineering Principles and Practice, New York, British Gas Cooperation, 1977.pp.90-518.
- [9] C. Wark, K. Eickmann, and Richards, "The Structure of an Acoustically Forced, Reacting Two-Phase Jet." Combustion and Flame,120:539-548 (2000).

ภาคผนวก ก
รูปหัวเผา น้ำมันพืช



ภาคผนวก
บทความที่ได้รับการตีพิมพ์



ISSN 1725-1724

วิศวกรรม

ลาดกระบัง

คณวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

LADKRABANG ENGINEERING JOURNAL

ปีที่ 19 ฉบับที่ 2

มิถุนายน 2545

1. การวิเคราะห์ค่ากำลังไฟฟ้าผิดเพี้ยนเนื่องจากภาระไม่เป็นเชิงเส้น ประกาศพรณ เกลือบวณฉวีรัตน์ ศุภี บรรจงจิตร บุญเลิศ สือเฉย ปัญญา มาลีวัตร	1
2. การจำลองสภาพปฏิบัติการโหลดเพื่อศึกษาค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสียและอายุการใช้งานของหม้อแปลงแบบแห้งน้ำมัน สิริวิช ทัดสวน ธวัชชัย ธรรมประสิทธิ์ วิจิตร กิณเรศ ศุภี บรรจงจิตร บุญเลิศ สือเฉย	7
3. การเปรียบเทียบวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบเลื่อนเฟส FB-ZVS-PWM กับคอนเวอร์เตอร์แบบเลื่อนเฟส FB-ZVS-PWM ที่ใช้ ตัวเหนี่ยวนำคิมตัว จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว วุฒิพันธ์ คิลปรณวิวัฒน์ อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ	13
4. ชุดจำลองโหลดทางกลเพื่อการทดสอบสมรรถนะของพีดีบีซีเอ็มอินเวอร์เตอร์ขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำ ดำรงศักดิ์ ศรีวิเศษ วิจิตร กิณเรศ	19
5. การวิเคราะห์โหลดไฟลอร์ ด้วยวิธีฟาสต์ทีคิปเปิล โดยใช้เทคนิคสเปซเวกเตอร์ และการแยกส่วนย่อยแบบปรับปรุง พรสิน ชัยศิริพงษ์ นนทล สิวาจินดาไกรฤกษ์	25
6. การวิเคราะห์อายุการใช้งานของมอเตอร์เหนี่ยวนำเมื่อมีผลกระทบจากแหล่งจ่ายที่ไม่ใช่รูปคลื่นไซน์ สุทัศน์ พิลา ศุภี บรรจงจิตร บุญเลิศ สือเฉย ปัญญา มาลีวัตร	31
7. TCSC ในมุมมองของการปรับลดราคาตลาดของไฟฟ้า สุนทร ฝ่ายหมื่นไวยุ ศุภี บรรจงจิตร นิทัศน์ กฤษณจินดา วัลลภ เวงศ์ละสิน	37
8. การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อเชื้อเพลิงต้นสมรรถนะของหัวเผาถ่านหินบะเพรา จารุวัตร เจริญสุข สนธยา มิเสียง	43
9. การเปรียบเทียบสมรรถนะของหัวเผาถ่านหินพีซีเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือน จารุวัตร เจริญสุข สุรชัย จึงจตุพรชัย	49
10. โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณเวลาในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ดำเกิง โคประเสริฐทรงศ์ วรินทร์ วีโรจน์ราบุรุษณ์ อรุณ พันธ์ไม่มี วินชัย สุทธิบุณ	56
11. การออกแบบวงจรกรองสัญญาณมีชัยฐานด้วยซีมอส อังคณา จารุวารกุล กอบชัย เดชหาญ	61
12. มอเตอร์สเตรป ไบซีมอส อินเวอร์เตอร์ ทำงานแบบเต็มย่านที่กักตักไฟเลี้ยง 1 โวลท์ ศำนอง คงสมบูรณ์ กอบชัย เดชหาญ เอกกมล นิลอาชา	65
13. การออกแบบวงจรบูตสเตรป ไบซีมอส ทำงานที่ระดับแรงดันไฟเลี้ยงต่ำ ศิริวัฒน์ ลิมไพบูลย์ กอบชัย เดชหาญ ชัยวัฒน์ อาริย์พัฒนกุล สุชาติ คุณทวีเทพ	70
14. มอเตอร์สเตรปซีมอสไดรสเตอร์บบเพอร์ความไวสูง ทวีฐ ชูเมือง กอบชัย เดชหาญ พิเศษฐ ไรจน์ทองคำ สุชาติ คุณทวีเทพ	76
15. วงจรจอซีมอสเตอร์ที่ปรับค่าความถี่ได้ด้วยแรงดันไฟฟ้าย่านความถี่ 700MHz -1.2GHz ด้วยสายส่งไมโครสตริป องอุทพร พิมพ์จำปา สมยศ จุณณะปิยะ	81
16. การออกแบบวงจรกรองสัญญาณเชิงเส้นแบบหลายแถบความถี่ที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคสเปซเวกเตอร์แทนที่สัญญาณฟังก์ชัน ศิริวัฒน์ ชิวปรีชา กอบชัย เดชหาญ พิสิทธิ์ เสนีช่างศ์ ณ อยุธยา	87
17. การสร้างตัวกรองเชิงเส้นแบบไบควอด สุสิทธิ์ ประดับเพ็ชร วิชพงษ์ ทัศนจักร สุพันธ์ ยัมมัน กอบชัย เดชหาญ	93
18. การกำจัดฮาร์โมนิกที่ไม่ต้องการของดีซีคอนเวอร์เตอร์โดยโมเมนต์ของแรง เพ็ญอุดี ตั้งสนวรรพจน์ พุศศักดิ์ ชิวสุวิทย์	99
19. การแบ่งส่วนภาพโดยทฤษฎีกราฟของภาพจากการต่อแบบหลายความละเอียดที่ผ่านการรักษารักษาขอบแบบปรับเรียบ พรพจน์ โพธิ์พงษ์ศิริวัฒน์ พุศศักดิ์ ชิวสุวิทย์	106
20. การออกแบบระบบเชื่อมต่อข้อมูลแบบจุดต่อจุดผ่านเครือข่าย SDH ไพโรจน์ ชาติถ่าน กอบชัย เดชหาญ	111
21. การวิเคราะห์ระบบเครือข่ายไร้สายที่ใช้การมอดูเลตแบบ GMSK พิเชษฐ ร่วมสมศรี สุพล บุญจันทร์ เกียรติกร วงศ์โรจน์ภรณ์ สุวิมล สิทธิชิวภาค	117

การเปรียบเทียบสมรรถนะของหัวเผา น้ำมันพืชเพื่อการนำไปใช้ ประโยชน์ในครัวเรือน

Comparisons on the Performances between Vegetable Oil and Conventional Gas Burner for Domestic Applications

จารุวัตร เจริญสุข

ศุภชัย จึงจตุพรชัย

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาหัวเผาน้ำมันพืชที่ใช้น้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานมาแล้วนำมาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการศึกษสมรรถนะของหัวเผาน้ำมันพืชกับหัวเผาแก๊สที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันและยังทำการศึกษการทดแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์ของหัวเผาน้ำมันพืชกับหัวเผาแก๊สที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันด้วย ซึ่งโดยการนำหัวเผามาให้ความร้อนกับน้ำจำนวน 8 ลิตร จาก 31°C ถึง 90°C ที่ภาวะเดียวกัน จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเผาแก๊สนั้นมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่สูงกว่าหัวเผาน้ำมันพืชอยู่ประมาณ 10.88% ถึง 27.03% ตลอดทุกช่วงของการป้อนค่าความร้อน การอุ่นหัวเผาน้ำมันพืชนั้นใช้อัตราการไหลของแก๊ส LPG ที่ 1.018 ลิตรต่อนาที โดยใช้เวลาที่ 2.22 นาที ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับค่าความร้อนที่ป้อนที่ภาวะความร้อนเท่ากันหัวเผาน้ำมันพืชจะมีค่าใช้จ่ายที่ค่าที่สุด โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.365 บาท การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ป้อนนั้นหัวเผาน้ำมันพืชจะมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าหัวเผาแก๊ส LPG ตลอดทุกช่วงของการป้อนค่าความร้อนและเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้ค่าที่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดทุกๆ หัวเผาจะพบว่าหัวเผาน้ำมันพืชจะมีค่าใช้จ่ายที่ค่าที่สุดอยู่ที่ 0.303 บาท ซึ่งจะใช้เวลาที่ใช้ค่าอยู่ที่ 25.82 นาที

Abstract

This research work aim at studying a performance of new burner designed for burning used vegetable oil. Comparisons were made between this burner and other commercially available gas burners. Feasibility study was also carried out to investigate whether the used vegetable oil burner can be used as an alternative combustion device to the conventional gas burner. The experimental results under similar loading conditions (heating of 8-liters water from 32 to 90°C) suggested that. Gas burners have higher combustion efficiencies than the vegetable oil burner, between 10.88 to 27.03% in most cases. An optimum flow rate of LPG for preheating vegetable oil would be at 1.018 l/min making the preheating time to be at 2.22 minutes. The cost of vegetable oil to be used in oil burner compared with other burners was found to be minimum, averaged at 0.365 Baht throughout the range of heat throughput. Lower expenses were found in every second that the vegetable oil is burned and this is so throughout the range of heat input

rates. Comparing between other conventional gas burners at their maximum combustion efficiencies, the vegetable oil burner is operated at 0.303 Baht, which is the lowest. The heating time was found to be 25.82 minutes.

1. บทนำ

การนำน้ำมันพืชที่เหลือจากการใช้งานแล้วนั้นเป็นแนวทางที่จะช่วยลดการใช้แก๊สที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงและการนำน้ำมันพืชที่เหลือจากการใช้งานนำมาเป็นเชื้อเพลิงนั้นยังสามารถลดต้นทุนการประกอบอาหารได้อีกด้วย ซึ่งในบทความนี้จะทำการศึกษาสรรพคุณของหัวเผาเชื้อเพลิงน้ำมันพืชกับหัวเผาแก๊สที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันและยังทำการศึกษารวบรวมเทคโนโลยีของหัวเผาน้ำมันพืชกับหัวเผาแก๊สที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันอีกด้วย

2. ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 การวัดค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน[3]

การวัดประสิทธิภาพเชิงความร้อนซึ่งจะหาได้จากค่าความร้อนสัมพัทธ์ที่น้ำได้รับ โดยการต้มน้ำจากอุณหภูมิห้องจนใกล้จุดเดือดของน้ำ (ประมาณ 90°C) แล้ววัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งหาได้จากเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำและอัตราการไหลของแก๊สเชื้อเพลิง แล้วนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนดังสมการต่อไปนี้

$$\eta_{th} = \frac{m_{H_2O} \times c_{p,H_2O} (T_f - T_i)}{Q_{input}} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ η_{th} = ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้ม

c_{p,H_2O} = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ, $\text{kJ/kg } ^{\circ}\text{C}$

m_{H_2O} = มวลของน้ำ, kg

T_f = อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ, $^{\circ}\text{C}$

T_i = อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำ, $^{\circ}\text{C}$

Q_{input} = ปริมาณความร้อนเชื้อเพลิงที่ใช้, kJ

2.2 คุณสมบัติน้ำมันพืช

คุณสมบัติของน้ำมันพืชเป็นองค์ประกอบในการใช้เตาน้ำมันพืชซึ่งในงานนี้ได้ใช้น้ำมันปาล์มที่เหลือจากการใช้งานนำมาเป็นเชื้อเพลิง โดยมีราคาอยู่ที่ลิตรละ 2 บาท ซึ่ง

น้ำมันปาล์มมีจุดเกิดควัน 196°C จุดติดไฟ 318°C และค่าความร้อนจากการเผาไหม้ 39550 kJ/kg

2.3 คุณสมบัติของแก๊ส[2]

คุณสมบัติของแก๊สแอลพีจีเป็นองค์ประกอบในการทดสอบเตาแก๊สซึ่งในงานนี้นำแก๊สแอลพีจีที่มีส่วนประกอบโพรเพน:บิวเทน (70:30%vol) โดยมีค่าความร้อน (Net Calorific Value) ที่ 51.88 MJ/kg และมีราคาอยู่ที่ 15 บาทต่อ 1 kg

2.4 ประเภทลักษณะของเตาแก๊สหุงต้มแอลพีจีที่ใช้ในปัจจุบัน[1]

เตาหุงต้มแอลพีจีที่ใช้ในครัวเรือน สามารถจำแนกโดยหลักใหญ่ๆ ได้เป็น 3 แบบคือ

2.4.1 เตาแบบ Conventional radial flow slotted-burner

เป็นเตาหุงต้มแบบเดิมที่มีการใช้กันมากที่สุด ลักษณะเปลวไฟจะพุ่งออกมาในทิศทางตามแนวรัศมีของหัวเผา การถ่ายเทความร้อนส่วนใหญ่อาศัยการพาความร้อนของไอเสียเป็นหลัก รวมทั้งการแผ่รังสีความร้อนจากเปลวไฟและไอเสียไปยังภาชนะด้วย

2.4.2 เตาแบบ Swirl flow central flame burner

เป็นเตาหุงต้มที่เพิ่งจะเริ่มมีการวางจำหน่าย การใช้งานยังไม่ค่อยแพร่หลายนัก การถ่ายเทความร้อนส่วนใหญ่อาศัยการพาความร้อนของเปลวไฟและไอเสียไปยังภาชนะ แต่ลักษณะของเปลวไฟของเตาแบบนี้จะเกิดการหมุนวนใต้ภาชนะหุงต้ม ทำให้ระยะเวลาในการถ่ายเทความร้อน การผสมและการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงกับอากาศมีสูงขึ้น การเผาไหม้จึงเกิดสมบูรณ์มากขึ้น และจึงทำให้มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้นกว่าเดิม

2.4.3 เตาแบบ Radiant burner

เป็นเตาหุงต้มที่มีการใช้งานค่อนข้างน้อย วัตถุประสงค์ของการใช้งานจะเน้นไปที่การปิ้ง หรือย่างเป็นหลัก การถ่ายเทความร้อนส่วนใหญ่อาศัยการแผ่รังสีความร้อน

ร้อนโดยเปลวไฟ และไอเสียร้อนเป็นหลัก โดยจะถ่ายเทความร้อนให้กับวัสดุซึ่งมีคุณสมบัติการแผ่รังสีความร้อนได้ดีกว่าเช่น แผ่นเซรามิกพอร์นทำให้ตัวมันมีความร้อนสะสมสูงขึ้นและอุณหภูมิสูงจนสามารถแผ่รังสีให้กับภาชนะได้

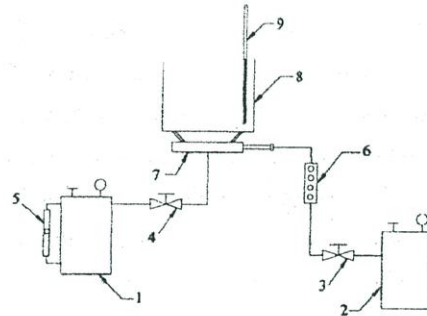
3. วิธีการทดสอบและอุปกรณ์

โดยในการทดสอบครั้งนี้ได้ทำการทดสอบกับเตาหุงต้มทั้งหมด 5 ลักษณะด้วยกัน ซึ่งได้แก่

- 1.เตาCB= Conventional radial flow slotted-burner
- 2.เตาNB= Swirl flow central flame burner
- 3.เตาRB= Radiant burner
- 4.เตาSB= Swirl flow central flame ที่มีการเพิ่ม swirl [4]

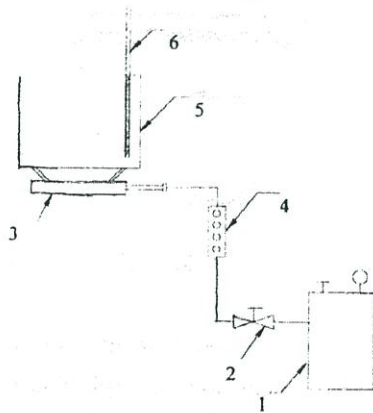
5.เตาOil=เตาน้ำมันพืช

การทดสอบโดยการต้มน้ำที่ภาชนะบรรจุน้ำ 8 ลิตร จาก 31 °C ถึง 90 °C ภายในห้องปิดซึ่งจะควบคุมการสูญเสียความร้อนจากการพาของลม โดยมีวงจรการทำงานของหัวเผาดังรูปที่ 1 และ 2.



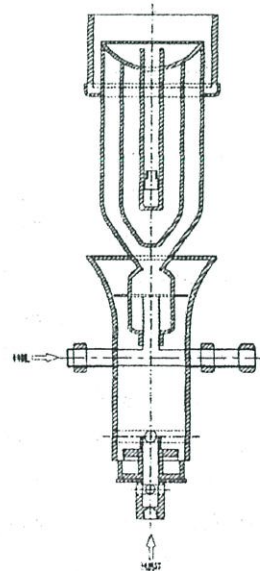
- 1.ถังน้ำมันพืช
- 2.ถังแก๊ส LPG
- 3.วาล์วแก๊ส LPG
- 4.วาล์วน้ำมันพืช
- 5.มิเตอร์วัดการไหลน้ำมัน
- 6.มิเตอร์วัดการไหลแก๊ส
- 7.หัวเผา น้ำมันพืช
- 8.ภาชนะบรรจุ น้ำ 8 ลิตร
- 9.เทอร์โมมิเตอร์

รูปที่ 2 วงจรการทำงานของหัวเผา น้ำมันพืช



- 1.ถังแก๊ส LPG
- 2.วาล์วแก๊ส LPG
- 3.หัวเผาแก๊ส
- 4.มิเตอร์วัดการไหลแก๊ส
- 5.ภาชนะบรรจุ น้ำ 8 ลิตร
- 6.เทอร์โมมิเตอร์

รูปที่ 1. วงจรการทำงานของแก๊ส LPG

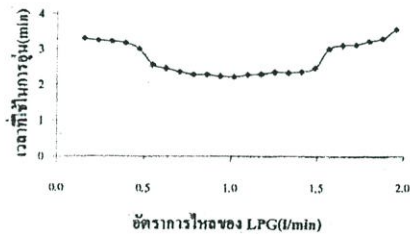


รูปที่ 3 แสดงลักษณะของหัวเผาน้ำมันพืช

ลักษณะการทำงานของหัวเผา น้ำมันพืช เมื่อทำการเปิดแก๊สและจุดไฟเพื่อทำการอุ่นหัวเผาน้ำมันพืชให้ร้อน แก๊สจะไหลผ่านรู Nozzle ซึ่งแก๊สที่มีความเร็ว นั้นจะสามารถเหนี่ยวนำอากาศเข้าไปผสมโดยผ่านทางรูที่ทำการเจาะเอาไว้รอบๆ โดยเปลวไฟที่ติดขึ้นบริเวณรอบๆ ทางด้านข้างจะให้ความร้อนกับอ่างกะทะน้ำมันพืชซึ่ง ความร้อนนี้เองจะทำให้ น้ำมันพืชที่อยู่บนอ่างกะทะเป็นไอ ซึ่งจะถูกพัดออกมาจากทางรู Nozzle เมื่อเปลวไฟของไอ น้ำมันพืชติด ความร้อนของเปลวไฟส่วนหนึ่งจะถูกใช้ใ นการอุ่นน้ำมันพืชบนอ่างกะทะแทนการใช้แก๊สLPGเพื่อ รักษาเสถียรภาพการทำงานของหัวเผาน้ำมันพืชต่อไป

4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์

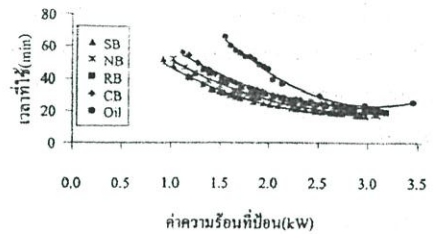
4.1 ผลการเปรียบเทียบระหว่างเวลาในการอุ่นหัวเผากับ การใช้อัตราการไหลของแก๊สLPGที่อัตราการไหลต่างๆ



รูปที่ 4.เปรียบเทียบระหว่างเวลาในการอุ่นหัวเผากับการใช้อัตราการไหลของแก๊สLPGที่อัตราการไหลต่างๆ

จากผลการทดสอบในรูปที่4. จะเห็นได้ว่าที่อัตราการไหลของแก๊สLPGค่านั้นจะต้องใช้ระยะเวลาในการอุ่นหัวเผานั้นมาก เพราะเนื่องจากเปลวไฟของแก๊สLPGนั้นให้ความร้อนในการอุ่นหัวเผาน้ำมันที่ต่ำและเมื่อมีการปรับอัตราการไหลของแก๊สLPGเพิ่มขึ้นนั้นระยะเวลาที่ใช้ในการอุ่นหัวเผานั้นจะใช้เวลาน้อยลงจนถึงจุดต่ำสุด(ที่อัตราการไหลของแก๊สLPGที่ 1.018ลิตรต่ออนาที โดยใช้เวลาที่ 2.22นาทื)และจะใช้ระยะเวลาในการอุ่นหัวเผาเพิ่มขึ้นเมื่อเกินจุดนี้ไปอันเนื่องมาจากลักษณะของฐานเปลวไฟของแก๊สLPGถูกดันให้ลอยตัวสูงขึ้นทำให้การให้ความร้อนในการอุ่นหัวเผานั้นลดต่ำลง

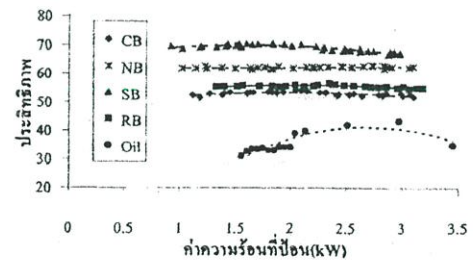
4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความร้อนที่ป้อนกับเวลาที่ใช้



รูปที่ 5. เปรียบค่าความร้อนที่ป้อนกับเวลาที่ใช้

จากผลการทดสอบในรูปที่5. ของเตาหุงต้มทั้ง5แบบ จะเห็นได้ว่าในช่วงของการป้อนค่าความร้อนในช่วงเดียวกันนั้นจะพบว่าเตาSBนั้นจะใช้เวลาน้อยที่สุดรองลงมาคือ เตานB,เตาRB,เตาCBและเตาOil ซึ่งเตา SB จะใช้เวลาประมาณ 16.73 นาที ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 2.98(kW) รองลงมาคือ เตานB 17.3 นาที ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 3.10 (kW) เตานB 19.14 นาที ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 3.18(kW) เตานB 20.77 นาที ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 3.10(kW) เตานB 25.82 นาที ที่ป้อนค่าความร้อนที่ 2.95(kW)

4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้ม



รูปที่ 6.เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้ม

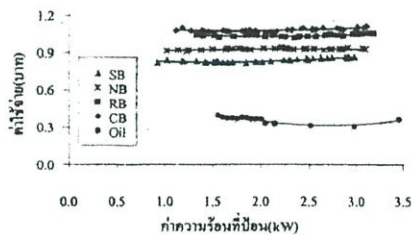
จากผลการทดสอบในรูปที่6. จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มทั้ง5แบบ มีแนวโน้มให้ผลไปในทิศทางเดียวกันคือที่อัตราการไหลของเชื้อเพลิงที่ต่ำค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะต่ำและเมื่ออัตราการไหลของเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะเพิ่มขึ้นตามจนถึงจุดสูงสุดและจะลดลงเมื่ออัตราการไหลของเชื้อเพลิงสูงเกินจุดนี้เกินไป จากผลการทดสอบประสิทธิภาพ

เชิงความร้อนของเตาทุ้มทั้ง5แบบจะพบว่าเตา SB จะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดที่สุรครองลงมาคือ เตานB,เตา RB,เตาCBและเตาOil ดังแสดงในตารางที่1.

ประเภทเตา	ประสิทธิภาพเชิงความร้อน(%)	ค่าความร้อนที่ป้อน(kw)
SB	70.3	1.84
NB	62.8	2.72
RB	56.37	2.35
CB	54.18	2.04
Oil	43.3	2.97

ตารางที่1. ตารางแสดงประสิทธิภาพเชิงความร้อน

4.4 ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับค่าความร้อนที่ป้อน



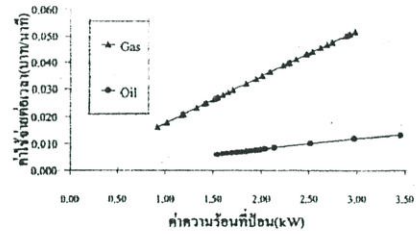
รูปที่ 7.เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับค่าความร้อนที่ป้อน

จากผลการทดสอบในรูปที่7.จะเห็นได้ว่าเตาทุ้มทั้ง5แบบจะเห็นได้ว่า ค่าใช้จ่าย(บาท)ของเตาCBนั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่ายมากที่สุดตลอดทุกช่วงของค่าความร้อนที่ป้อน รองลงมาคือเตาRB,เตานB,เตาSBและเตาOil ดังแสดงในตารางที่2.

ประเภทเตา	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย(บาท)
CB	1.087
RB	1.038
NB	0.927
SB	0.838
Oil	0.365

ตารางที่2. ตารางแสดงค่าใช้จ่ายเฉลี่ย(บาท)

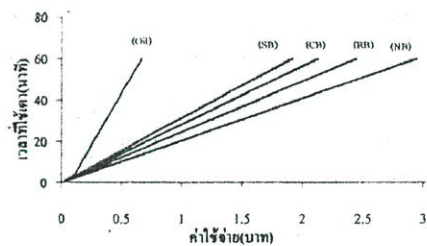
4.5 ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ป้อน



รูปที่ 8.เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับค่าความร้อนที่ป้อน

เนื่องจากค่าความร้อนของแก๊ส LPG นั้นมีค่าไม่เท่ากันกับค่าความร้อนของน้ำมันพืชจึงทำการเปรียบเทียบในรูปแบบของค่าใช้จ่ายต่อเวลาโดยเปรียบเทียบกับค่าความร้อนที่ป้อน ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายต่อเวลา(บาท/นาท)ของเตาแก๊สLPGนั้นมีค่าแตกต่างกันกับเตาน้ำมันพืชโดยเตาน้ำมันพืชนั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่ายต่อเวลา(บาท/นาท)ที่ต่ำกว่าเตาแก๊สLPGตลอดทุกช่วงของการป้อนค่าความร้อน ถึงแม้ว่าค่าความร้อนของน้ำมันพืชจะต่ำกว่าของแก๊สLPGก็ตาม

4.6 ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตา



รูปที่ 9.เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตา

จากผลการทดสอบในรูปที่9.ที่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดของเตาทุกตัวจะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้เตา(นาท)ที่เวลาที่ใช้เตาที่เท่ากันจะเห็นได้ว่าเตานBนั้นจะมีค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดเนื่องจากความชันของเส้นกราฟค่าที่สุดและรองลงมาคือเตาRB,เตาCB,เตาSBและเตาOil แต่เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้เตา(นาท)นั้นไม่เท่ากันจึงทำให้เกิดความแตกต่างของค่าใช้จ่ายเตาของเตาทั้ง5แบบ ดังแสดงในตารางที่3.

ประเภทเตา	ระยะเวลาที่ใช้เตา(นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	
NB	19.6	0.925	
RB	25.02	1.019	
CB	29.89	1.060	
SB	25.8	0.822	
Oil	ช่วงการอุ่นหัว เตา	0-2.22	0.067
	ช่วงการไอร้อน มันพืช	23.6	0.236
	รวม	25.82	0.303

ตารางที่ 3. ตารางแสดงค่าใช้จ่ายกับเวลาที่ใช้เตาที่ประสิทธิภาพสูงสุดของเตาทุกตัว

5. สรุป

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเตา Oil นั้นจะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนต่ำกว่าเตาประเภทอื่นๆ อยู่ประมาณ 10.88% ถึง 27.03% ตลอดทุกช่วงของการป้อนค่าความร้อนและเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อเวลากับการป้อนค่าความร้อนจะเห็นได้ว่าเตาน้ำมันพืชนั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่ายต่อเวลา(บาท/นาที)กับการป้อนค่าความร้อนที่ต่ำกว่าเตาแก๊ส LPG ตลอดทุกช่วงของการป้อนค่าความร้อนและเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าใช้น้ำมันจะเห็นได้ว่าเตา Oil นั้นจะมีการเสียค่าใช้จ่ายที่ต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.365 บาท ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกับเตาประเภทอื่นๆ แล้วจะเห็นได้ว่าจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่าย(บาท) ได้ 0.473 บาท ถึง 0.722 บาท ซึ่งประเด็นเหล่านี้เป็นประเด็นที่น่าสนใจในการนำน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในอนาคตได้อีกด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Pritchard, R., Guy, J.J and Comor, N.E., 1977, Handbook of Industrial Gas Utilization Engineering Principles and Practice, New York, British Gas Cooperation.
- [2] บริษัท เอ็มแอนคี้ จำกัด, 2535, คู่มือวิศวกรเครื่องกล (ฉบับปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม).

- [3] Yunus A.Cengel and Michael A. Boles.,1989, Thermodynamics, Mc Graw-Hill.
- [4] Tamir, A., Elperin, I. and Yotzer, S., 1992, "Performance characteristics of a gas burner with a swirl central flame," Energy, Vol.14, No.5, pp.347-362.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน

นายสุรชัย จึงจตุพรชัย

วัน เดือน ปีเกิด

1 พฤษภาคม 2518

วุฒิการศึกษา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 2541

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเครื่องกล แผนกช่างยนต์

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี 2537

ผลงานที่เคยได้รับการตีพิมพ์

2545 :

“Comparisons on the Performances between Vegetable Oil and Conventional Gas Burner for Domestic Applications”, ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 มิถุนายน 2545, วิศวกรรมลาดกระบัง