ME-NETT23
The 23rd Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand

ETM-030237

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23
4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟที่ใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างน้ำมันเตากับน้ำมันเกียร์ที่ใช้แล้ว

The Study of Thermal Efficiency in Fire Tube Boiler by Using Heavy Oil Blended with Used Gear Oil as Fuel

นุภาพ แย้มไตรพัฒน์*, สมชาย ขาวเศษ ,ไมตรี กระมุทพิจิตร

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530 โทร-แฟกซ์ 0-2988-3655 ต่อ 3108
E-mail: nuparby@yahoo.com*, Somchai@petronas.co.th, maitri41@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการศึกษาผลกระทบต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟขนาด 3.13 ตันต่อชั่วโมง เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมกันระหว่างน้ำมันเตา A กับน้ำมันเกียร์ใช้แล้วเบอร์ 460 ผ่านการปรับสภาพแล้ว ที่อัตราส่วน น้ำมันเตา:น้ำมันเกียร์ ตั้งแต่ 100:0 ไปจนถึงที่อัตราส่วนน้ำมันผสม 50:50 โดยปริมาตร นอกจากนั้นยังได้ทำการศึกษาคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันผสมดังกล่าว ได้แก่ ค่าความร้อนเชื้อเพลิง ค่าจุดวาบไฟ ค่าความหนืด เป็นต้น เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นเช่นกัน จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ สูงสุดคือ 63.13% ที่อัตราส่วนผสม 90:10 ค่าต่ำสุดคือ 50.45% ที่อัตราส่วนผสม 50:50 แม้ว่าค่าความร้อนเชื้อเพลิงที่ได้จะสูงสุดก็ตาม ปัจจัยที่ทำให้เกิดผลดังกล่าวได้แก่ค่าความหนืดน้ำมันที่ได้ที่สูงขึ้น การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ และปริมาณความร้อนสูญเสียออกทางปล่องมาก องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยสามารถนำไปใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมันเตาได้

คำหลัก: น้ำมันเตา, น้ำมันเกียร์ใช้แล้ว , ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ

Abstract

The aim of the research is to investigate the effect of using blends of heavy oil grade A and renovated used gear oil NO.460 on the 3.13 TON/h of boiler thermal efficiency. The ratios of heavy oil and used gear oil are between 100:0 to 50:50 by volume. In addition, the important properties of blends such as gross heat value, flash point, viscosity etc. were also investigated. The results found that thermal efficiency was maximum 63.13% at ratio 90:10 of blends. The minimum was 50.45% at ratio 90:10 of blends although it has maximum gross heat value. However, The effect was caused by the high viscosity of blends, an incomplete combustion and more heat loss from the stack. The knowledge of this research can conduct to factories for reduce the heavy oil consumption.

Keywords: Heavy oil, Used gear oil, Thermal efficiency of boiler

1. บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานที่ได้จากทรัพยากรธรรมชาติ เช่น น้ำมันมีแนวโน้มที่จะหมดไปในอนาคตและจะมีราคาแพงขึ้น ในส่วนภาคอุตสาหกรรมและขนส่งมีสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลในปริมาณที่สูงมาก ในภาคอุตสาหกรรมนั้นพบว่า มีการใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันเตาสูงที่สุด ส่วนใหญ่นำมาใช้ให้ความร้อนแก่หม้อไอน้ำ จึงมีแนวความคิดที่จะประหยัด การใช้เชื้อเพลิงดังกล่าว โดยมีหลายวิธี เช่น ใช้พลังงา น ทดแทนโดยตรงเช่นชีวมวล ซึ่งต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบค่อนข้างยุ่งยาก บางแห่งก็มีการใช้ไบโอดีเซลแทน และในปัจจุบันที่เป็นที่นิยมใช้ คือ เอา น้ำมันเชื้อเพลิง มาผสมกับส่วนผสมอย่างอื่น เช่น มีการศึกษาเชื้อเพลิงที่เกิดจากการนำน้ำมันดีเซลมาผสมกับกลีเซอรีน [1,3] หรือนำมาผสมกับไบโอดีเซลเพื่อใช้กับหม้อไอน้ำ [4] ซึ่งพบว่า สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ แม้ว่าค่าความร้อนเชื้อเพลิงจะลดลง และอาจทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนตกลงไปบ้าง และการปล่อยมลพิษต้องควบคุมส่วนผสมที่เหมาะสม ไม่ให้ปล่อยออกมาเกินกฎหมายกำหนด นอกจากนั้นยังมีงานวิจัย ที่ศึกษาการใช้น้ำมันเตามาผสมน้ำที่อยู่ในรูปของอีมัลชั่น และทดสอบกับการใช้งานในหม้อไอน้ำในอุตสาหกรรม [2] ซึ่งพบว่าเมื่อใช้น้ำมันเตาผสมน้ำ 7.5 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร เป็นเชื้อเพลิงจะลดเขม่าที่ปล่อยออกมา 3 เท่าเนื่องจากกระบวนการ micro-explosion ทำให้เชื้อเพลิงผสมกับอ๊อกซิเจนดีขึ้น ในงานวิจัยของประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาลักษณะนี้เช่นกัน [5] โดยได้ทดลองใช้น้ำมันเตาผสมน้ำในรูปของอีมัลชั่นในหม้อต้มน้ำร้อนขนาด 580 kW ผลการทดลองได้สรุปว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำมันกับน้ำอยู่ที่ 11.8% โดยปริมาตร ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มขึ้นจาก 81.04% เป็น 85.49% ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงได้ 5.20% นอกจากนั้นยังพบว่าค่า NO_x และ SO_2 จากปล่องไอเสียมีแนวโน้มลดลง

ในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมันเตา A ผสมกับน้ำมันเกียร์ใช้แล้ว เบอร์ 460 ที่ผ่านการปรับสภาพแล้ว มาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้แก่หม้อไอน้ำ โดยศึกษาถึง ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของเชื้อเพลิงผสม ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ นอกจากนั้นได้ศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันผสม , การปล่อยมลพิษสู่บรรยากาศ

2. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 อุปกรณ์

ในงานวิจัยนี้ได้ ทำการทดลองกับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟขนาดกำลังการผลิตไอน้ำ 3.13 ตันต่อชั่วโมง แรงดันใช้งาน 7.5-8.2 kg/cm^2 เป็นแบบแพคเกจ model :CB 600-200 อายุงาน 15 ปี โดยการทดสอบจะเป็นการใช้งานจริงในโรงงานซึ่งเดินเครื่อง 24 ชั่วโมงต่อวัน

รูปที่ 1 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟที่ใช้ศึกษา

ส่วนเครื่องมือวัดอื่นๆที่จำเป็นได้แก่ เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย รุ่น VISIT 05 V 2.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ แบบเทอร์โมคัปเปิล ส่วนการตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำมันผสม เช่น ค่าความหนืด , จุดวาบไฟ, ค่าความร้อนเชื้อเพลิง ความถ่วงจำเพาะ ได้ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการของ บ . บางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)

2.2 วิธีการทดสอบ

2.3.1 ทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันผสม

เก็บตัวอย่างน้ำมันเตาผสมกับน้ำมันเกียร์ โดยปริมาตรในอัตราส่วนดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนน้ำมันผสมเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

น้ำมันเตา	น้ำมันเกียร์
100	0
90	10
80	20
70	30
60	40
50	50

น้ำมันเกียร์ที่ใช้แล้วเบอร์ 460 ใช้ในการหล่อลื่นเครื่องจักร หลังจากเปลี่ยนถ่ายออกมา ต้องนำมาผ่านขั้นตอนการปรับสภาพน้ำมันเสียก่อน โดยการผ่านระบบการกรองให้สะอาด หลังจากนั้น นำตัวอย่างน้ำมันผสมไปทดสอบคุณสมบัติ ดังนี้ Flash Point, Viscosity, Specific Gravity และ Gross Heat of Combustion สุดท้ายนำน้ำมันไปทดสอบกับหม้อไอน้ำที่อัตราส่วนต่างๆ มีขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มต้น ทำการทดสอบ ที่สัดส่วน น้ำมันเตา 100%
2. ทำการเดินเครื่องหม้อไอน้ำที่ ไฟต่ำ,ไฟกลาง ,ไฟสูง

ทำการจดวัดค่า

- ความดันไอน้ำที่ผลิต (kg/cm^2)
- ปริมาณเชื้อเพลิง (l/h)
- ปริมาณน้ำป้อน (kg/h)
- อุณหภูมิน้ำป้อน ($^{\circ}C$)
- อุณหภูมิอากาศภายนอก ($^{\circ}C$)
- อุณหภูมิแก๊สไอเสีย ($^{\circ}C$)

3. เปลี่ยนเป็นทำการทดสอบ น้ำมันเตา :น้ำมันเกียร์ [90:10] โดยนำน้ำมันเกียร์ที่ผ่านการกรองแล้วผสมลงไปใน Service Tank (จุ 2200 ลิตร) แล้วทำการเดินเครื่องตามข้อ 2
4. ทำการทดสอบ น้ำมันเกียร์ : น้ำมันเตา ในอัตราส่วน 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 โดยทำการทดลองเช่นเดิม

2.3 การหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ

การหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำสามารถทำได้โดยการวิเคราะห์การสูญเสียพลังงานโดยทำการสมดุลความร้อนที่เข้าและออกจากหม้อไอน้ำมีดังนี้

ความร้อนที่เข้าสู่ระบบ = ความร้อนที่ออกจากระบบ (1)

ความร้อนที่เข้าสู่ระบบ ได้แก่

- ความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
- ความร้อนสัมผัสของเชื้อเพลิง
- ความร้อนสัมผัสของน้ำป้อน
- ความร้อนสัมผัสของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้

ความร้อนที่ออกจากระบบ ได้แก่

- ความร้อนจากไอน้ำที่ผลิตได้
- ความร้อนสูญเสียจากก๊าซไอเสีย
- ความร้อนสูญเสียจากการโบลวดาวน์
- ความร้อนที่สูญเสียผ่านผนังหม้อไอน้ำ

ดังนั้น การหาค่าประสิทธิภาพหม้อไอน้ำสามารถหาได้โดยสมการ

$$\eta = \frac{\dot{m}_w(h_2 - h_1)}{\dot{m}_f \, HHV} \times 100\% \qquad (2)$$

โดยที่

η = ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

HHV = ค่าความร้อนสูงเชื้อเพลิง (kJ/kg)

$\dot{m}_f$ = อัตราการไหลเชิงมวลของเชื้อเพลิง (kg/h)

$\dot{m}_w$ = อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำป้อน (kg/h)

h_1 = เอนทัลปีของน้ำที่อุณหภูมิห้อง (kJ/kg)

h_2 = เอนทัลปีของไอน้ำที่ผลิต (kJ/kg)

จากสมการจะเห็นว่าตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนคือเชื้อเพลิง คือค่า อัตราการไหลเชิงมวลของเชื้อเพลิง และ ค่าความร้อนสูงเชื้อเพลิง(ขึ้นกับอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง) ซึ่งงานวิจัยนี้ควบคุมค่าอุณหภูมิน้ำป้อนอยู่ที่ช่วง 70-80 $^{\circ}C$ ความ

ดันไอน้ำที่ผลิต 7.5-8.2 kg/cm^2 และอัตราไหลน้ำป้อน 400-450 L/h

2.4 ทฤษฎีการสันดาป

การเผาไหม้ของสารเชื้อเพลิงเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะไฮโดรคาร์บอน จะต้องการออก ซิเจน จำนวนหนึ่งในปริมา ณที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ซึ่งภายหลังการเผาไหม้จะเกิดผลิตผลจากการเผาไหม้ (Product) ขึ้นซึ่งลักษณะของผลิตผลดังกล่าวขึ้นอยู่กับลักษณะการเผาไหม้ เช่น การเผาไหม้ไฮโดรคาร์บอนที่มีปริมาณออกซิเจนน้อยเกินไป ผลผลิตที่ได้คือ คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) นอกจากนี้การเผาไหม้ที่อยู่ภายใต้อุณหภูมิสูงเกินกำหนดอาจทำให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ซึ่งเป็นแก๊สพิษที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต เป็นต้น การเผาไหม้ที่ดีจะต้องใช้ออกซิเจนพอเหมาะและจะได้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมา แต่หากออกซิเจนมากเกินไป จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานความร้อนมาก

ปจจัยที่ส่งผลต่อการเผาไหม้อย่างมีประสิทธิภาพมีด้วยกัน 4 ประการคือ

1. ปริมาณอากาศที่เพียงพอต่อการเผาไหม้เชื้อเพลิง หรืออัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air fuel ratio) ที่เหมาะสมจะช่วยให้มีออกซิเจนอย่างเพียงพอที่จะเข้าทำปฏิกิริยากับคาร์บอนในเชื้อเพลิง

2.ความปั่นป่วน (Turbulence) ของอากาศจะช่วยให้เกิดการคลุกเคล้าหรือผสมกันอย่างทั่วถึงระหว่างอากาศที่เข้าเผาไหม้กับเชื้อเพลิง ในกรณีนี้หากเชื้อเพลิงที่เผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงเหลว ลักษณะของการเป็นฝอยกระจายที่ละเอียดจะช่วยทำให้การคลุกเคล้ากับอากาศดีขึ้นการเผาไหม้จะสมบูรณ์ดี

3. อุณหภูมิ (Temperature) ของการเผาไหม้ อัตราความเร็วของการเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการเผาไหม้สูงขึ้น และจะทำให้ใช้เวลาในการเผาไหม้น้อยลง

4. เวลา (Time) ในการเผาไหม้ ถ้าระยะเวลาที่เชื้อเพลิงอยู่ในเตาเผาสั้นเกินไป ก็จะทำให้เชื้อเพลิงเผาไหม้ไม่หมด

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติน้ำมันผสม

จากการเตรียมน้ำมันเตา ผสมน้ำมันเกียร์ใน ทุกอัตราส่วนแล้วทำการส่งตัวอย่างไปที่บริษัท บางจาก เพื่อส่งเข้าทำการทดสอบค่า Flash Point, Viscosity, Specific Gravity เป็นต้น ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าคุณสมบัติของอัตราส่วนน้ำมันเตา A ผสมกับน้ำมันเกียร์ 460

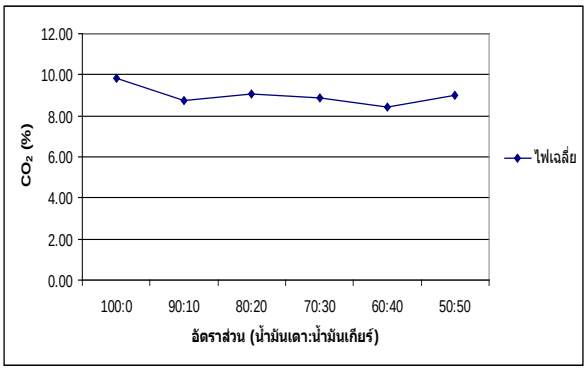
Test items	unit	METHOD	Test Result (น้ำมันเตา:น้ำมันเกียร์)					
		ASTM/OTHER	100:0	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50
Flash Point PMC°C	°C	ASTMD-93	70	73	80	86	92	93
Viscosity @ 50°C	cSt	ASTMD-445	75.00	92.13	107.70	139.30	145.00	166.20
Specific Gravity @ 15.6/15.6°C	cSt	ASTMD-1298	0.933	0.931	0.928	0.926	0.923	0.921
Water and Sediment	%Vol	ASTMD-1796	0.100	0.091	0.081	0.072	0.062	0.053
Gross Heat	Cal/g	ASTME 144-64	10763	10901	10915	10926	10970	11002

ผลการทดสอบ Gross Heat of Combustion (เป็นค่าความร้อนสูงเชื้อเพลิง) แสดงให้เห็นว่าน้ำมันเกียร์ที่ผสมเข้าไปกับน้ำมันเตานั้นส่งผลให้ค่า Gross Heat of Combustion มีค่าสูงขึ้น ค่าจุดวาบไฟมีค่าสูงขึ้น ในขณะที่ค่าความหนืดก็มีค่าสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ส่วนค่าอื่นเช่นความถ่วงจำเพาะการเปลี่ยนแปลงยังไม่มากนัก

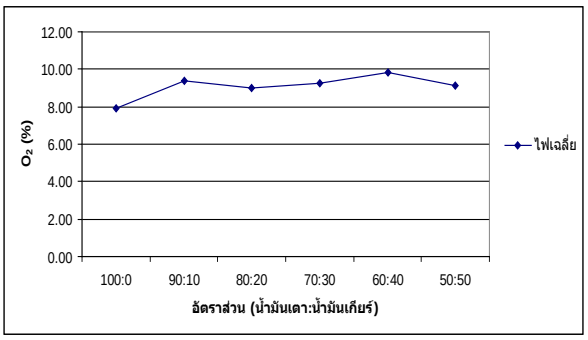
3.2 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ไอเสีย

ในการทดลองนี้ได้ตรวจวัดก๊าซ 3 ชนิดที่ปล่องไอเสีย คือ CO_2, SO_2 และ O_2 ผลจากการวัดก๊าซ CO_2 แสดงดังรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มปริมาณการเกิดก๊าซ CO_2 ลดลงจากอัตราส่วน 100:0 ไปที่อัตราส่วน 90:10 และหลังจากอัตราส่วน 90:10 จะค่อนข้างคงที่ไปตลอดถึงอัตราส่วน 50:50

ในรูปที่ 3 แสดงให้เห็นแนวโน้มปริมาณการเกิดก๊าซ O_2 เพิ่มขึ้นจากอัตราส่วน 100:0 ไปที่อัตราส่วน 90:10 และจากนั้นค่อนข้างคงที่ไปตลอดถึงอัตราส่วน 50:50 เช่นกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเผาไหม้ที่การใช้น้ำมันเตา 100 % นั้น มีการเผาไหม้สมบูรณ์กว่าที่การผสมในอัตราส่วนอื่นๆ เนื่องจากมีปริมาณ $\%CO_2$ สูง และมีปริมาณ $\%O_2$ ต่ำกว่าที่อัตราส่วนอื่นๆ และเมื่อสัดส่วนของน้ำมันเกียร์มากขึ้นการเผาไหม้ยิ่งไม่สมบูรณ์ เพราะปริมาณ CO_2 น้อยลง แต่ ปริมาณ O_2 สูงขึ้น

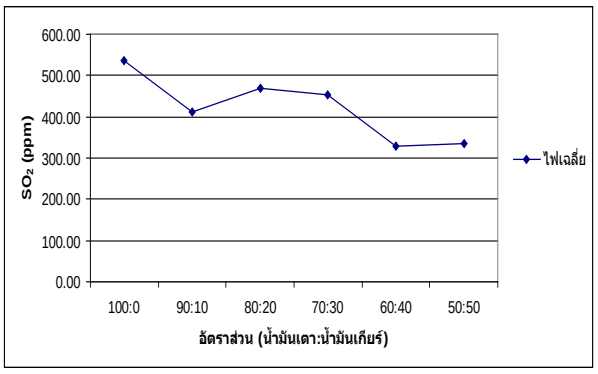


รูปที่ 2 แสดงอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์ของก๊าซ CO_2

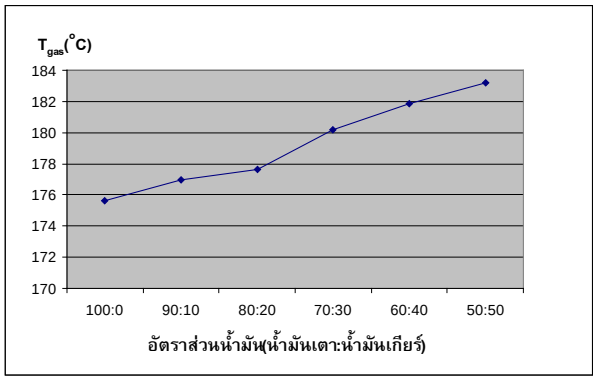


รูปที่ 3 แสดงอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์ของก๊าซ O_2

ผลจากการวัดก๊าซ SO_2 แสดงในรูปที่ 4 การเกิดก๊าซ SO_2 มีแนวโน้มในทางลดลงเมื่ออัตราส่วนน้ำมันเกียร์เพิ่มสูงขึ้น จากกราฟที่ได้แสดงให้เห็นว่าที่อัตราส่วนการใช้น้ำมันเตา 100% มีปริมาณ SO_2 สูงที่สุด เนื่องจากมีองค์ประกอบของกำมะถันมากและลดลงมาเรื่อยๆ แต่จะมีการเพิ่มขึ้นในช่วงอัตราส่วน 90:10 ไปที่อัตราส่วน 80:20 ซึ่งหลังจากนั้นแนวโน้มก็จะเริ่มลดลงเช่นเดิม โดยจากการสังเกตรูปร่างเปลวไฟที่ช่องส่องดู พบว่าในอัตราส่วน 100:0 และอัตราส่วน 90:10 จะเห็นเปลวไฟมีลักษณะเต็มและขนาดใหญ่ ส่วนในอัตราส่วน 80:20,70:30,60:40และ 50:50 สังเกตเห็นเปลวไฟจะเล็กลงมาเรื่อยๆ และเริ่มมีสะเก็ดไฟ เกิดขึ้นด้วยตามลำดับ เนื่องจากลูกไฟที่สังเกตเห็นมีขนาดเล็กลง และสังเกตุเห็นหยดน้ำมัน แสดงว่ามีน้ำมันส่วนหนึ่งไม่จุดติดไฟทำให้น้ำได้รับความร้อนไม่เต็มที่ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้จ่ายเชื้อเพลิงมากขึ้น และลูกไฟที่เล็กลงอาจเป็นเพราะความหนืดของน้ำมันผสมที่เพิ่มขึ้น ทำให้หัวฉีดไม่สามารถพ่นน้ำมันออกมาเป็นละอองฝอยได้จึงเป็นสาเหตุทำให้ลูกไฟมีลักษณะเปลี่ยนไป



รูปที่ 4 แสดงปริมาณของก๊าซ SO_2



รูปที่ 5 อุณหภูมิแก๊สที่ออกมาทางปล่องไอเสีย

รูปที่ 5 จะเห็นว่าที่อัตราส่วนน้ำมันเกียร์สูงขึ้นจะทำให้อุณหภูมิของแก๊สไอเสียออกจากปล่อง สูงขึ้น เนื่องมาจากค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง มีค่าสูง และอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่สูงขึ้น ประกอบกับค่าความร้อนที่ไอน้ำได้รับน้อยลง (จากการตรวจวัด) จึงเป็นผลทำให้ความร้อนสูญเสียไปกับแก๊สทิ้งเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนหม้อไอน้ำมีค่าต่ำลง

3.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำมีแนวโน้มลดลง เมื่อผสมน้ำมันเกียร์ลงไปเนื่องจากสาเหตุ คือที่อัตราส่วนผสมที่น้ำมันเกียร์เพิ่มขึ้น ค่าความหนืดเชื้อเพลิงสูง ทำให้การฉีดน้ำมันไม่เป็นฝอยและมีหยดน้ำมัน การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ทำให้อัตราการจ่ายเชื้อเพลิงสูงขึ้น แม้ค่าความร้อนเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นก็ตาม และยังมีความร้อนสูญเสียไปกับแก๊สไอเสียเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำจากการทดลอง

ลำดับ	สัดส่วนน้ำมันเตา A กับน้ำมันเกียร์ No.460	ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ (%)
1	100 : 0	69.56
2	90 : 10	63.17
3	80 : 20	60.44
4	70 : 30	54.62
5	60 : 40	53.47
6	50 : 50	50.45

4. สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันเตา A ผสมกับน้ำมันเกียร์ใช้แล้วเบอร์ 460 ในอัตราส่วน 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, และ 50:50 พบว่าจุดวาบไฟเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันเกียร์ที่เพิ่มขึ้นแต่ก็สามารถจุดติดได้โดยไม่เกิดปัญหา ในด้านความหนืดเมื่อสัดส่วนของน้ำมันเกียร์เพิ่มขึ้นความหนืดของน้ำมันก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน ค่าสูงสุดอยู่ที่อัตราส่วน 50:50 ส่งผลให้การเผาไหม้มีเขม่ามากขึ้นเนื่องจากการพ่นเป็นฝอยละเอียดทำได้ยากขึ้น เมล็ดน้ำมันโต กว่าปกติทำให้เกิดลักษณะหยดน้ำมันทำให้การใช้งานต้องใช้เชื้อเพลิงมากขึ้น ในด้านค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันเกียร์เพิ่มขึ้นค่าความร้อนของเชื้อเพลิงสูงขึ้นตามลำดับโดยค่าสูงสุดอยู่ที่อัตราส่วน 50:50

จากการทดสอบวิเคราะห์ไอเสียบริเวณปล่องไอเสีย พบว่าผลการวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีแนวโน้มปริมาณลดลง และ ปริมาณ ก๊าซออ๊อกซิเจนเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณสัดส่วนน้ำมันเกียร์เพิ่มขึ้น เป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นว่าการเผาไหม้เริ่มไม่สมบูรณ์ ส่วนในด้านสิ่งแวดล้อมผลการวัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มลดลง เนื่องจากว่าเมื่อสัดส่วนปริมาณน้ำมันเกียร์ที่ผสมมากขึ้น ปริมาณกำมะถันในเนื้อน้ำมันจะลดลง เพราะฉะนั้นเมื่อมีการเผาไหม้ขึ้นก๊าซ SO_2 ที่ปลดปล่อยออกมาสู่บรรยากาศจะน้อยลงตามลำดับ ดังนั้นสามารถใช้เชื้อเพลิงผสมนี้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้ เนื่องจากปริมาณ SO_2 ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ในด้านประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำพบว่าเมื่ออัตราส่วนของน้ำมันเกียร์เพิ่มขึ้นประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำจะค่อยๆลดลงตามลำดับอันเนื่องมาจากสาเหตุหลักคือการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากความหนืดน้ำมันสูงขึ้น และมีการสูญเสียความร้อนออกทางปล่องไอเสียมากขึ้น จากผลการวิจัยค่าที่ดีที่สุดอยู่ที่ 63.13% ที่อัตราส่วนผสม 90:10 ซึ่งการเผาไหม้ไม่เกิดปัญหา ซึ่งทางโรงงานสามารถนำผลวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมันเตาลงได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท บางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนในด้านเครื่องมือวัดและ

การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมัน และขอขอบคุณ บริษัท ยูเนียน ปรอพเปอร์ตี้ จำกัด ที่อนุเคราะห์สถานที่และใช้หม้อไอน้ำทดลองสำหรับงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

6.1 บทความจากวารสาร (Journal)

[1] Muamer OZKAN, Alp T.ERGENC, Orhan DENIZ. (2004).Experimental Performance Analysis of Biodiesel, Traditional Diesel and Biodiesel with Glycerine.Yildiz Technical University.Turkish J. Eng. Env. Sci., vol 29 ,2005 ,pp. 89-94.

[2] Allouis, C., L'Insalata, A., Fortunato L., Saponaro A., and Beretta F., (2006). Study of water-oil Emulsion in large pilot power plants for fin particle matter emission reduction, Experimental Thermal and Fluid Science.vol. 31, 2006. pp. 421-426.

6.2 บทความจากเอกสารประกอบการประชุม (Proceedings)

[3] ชัชรินทร์ ศักดิ์กำปัง และ ประพัทธ์ สันติวรากร (2552).การศึกษาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างกลีเซอรีนกับน้ำมันดีเซล . การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 12 มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น

[4] ชัชรินทร์ ศักดิ์กำปัง และ ประพัทธ์ สันติวรากร (2552).การศึกษาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างกลีเซอรีนกับน้ำมันไบโอดีเซล . การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

[5] ชัยวัฒน์ รัตนมีชัยสกุล และ สุรชัย สนิทใจ (2551). การศึกษาการใช้น้ำมันเตาผสมน้ำที่อยู่ในรูปของอีมัลชั่นในหม้อต้มน้ำมันร้อน . การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต จ.กรุงเทพฯ